

**ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN  
SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN  
GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA**

ANA MARIA ORTEGA VELEZ  
JULIO EDUARDO CASTILLO CUADROS  
LUIS OSWALDO REINOSO ANDRADE

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS  
BOGOTA D.C., SEMESTRE 1 -2018

ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN  
SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN  
GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA

**PROYECTO DE GRADO**

ANA MARIA ORTEGA VELEZ  
JULIO EDUARDO CASTILLO CUADROS  
LUIS OSWALDO REINOSO ANDRADE

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de proyectos

Docente: EDWIN FRANCISCO FERRER

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS  
BOGOTA D.C., SEMESTRE 1 -2018



Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Ciudad y Fecha (dd,mmm,aaaa)

A Dios y a mi Familia.

*Luis*

A mi familia por el tiempo, el apoyo y la paciencia.

*Ana*

*A Dios por saber guiar cada uno de mis pasos, a mis hijas por ser el motivo de todos mis proyectos.*

*Julio*

## **Agradecimiento**

Agradecemos al Sr. Lázaro Tierradentro, Rector; al Sr. Andrés Borrero, director administrativo y en general a la Junta directiva y demás personal del Colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua de Neiva por permitirnos el acceso a la información Institucional para poder realizar este trabajo.

*Los Autores*

## CONTENIDO

Agradecimiento .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	21
OBJETIVOS.....	23
Objetivos específicos.....	23
1.    ANTECEDENTES.....	24
1.1.    Descripción organización fuente del problema o necesidad. ....	24
1.1.1.    Descripción general – Marco histórico de la organización. ....	24
1.1.2.    Direccionamiento estratégico de la organización.....	25
1.1.2.1.    Objetivos estratégicos de la organización. ....	25
1.1.2.2.    Políticas institucionales. ....	26
1.1.2.3.    Misión, Visión y Valores. ....	27
1.1.2.4.    Estructura organizacional.....	27
1.1.2.5.    Mapa estratégico. ....	28
1.1.2.6.    Cadena de valor de la organización.....	28
2.    MARCO METODOLÓGICO .....	29
2.1.    Tipos y métodos de investigación. ....	29
2.2.    Herramientas para la recolección de información.....	29
2.3.    Fuentes de información. ....	30
2.4.    Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado.....	32
2.4.1.    Supuestos.....	32
2.4.2.    Restricciones .....	33
3.    ESTUDIOS Y EVALUACIONES.....	34
3.1.    ESTUDIO TECNICO. ....	34

3.1.2.	Análisis y descripción del proceso. ....	38
3.1.3.	Definición del tamaño y Localización en del proyecto. ....	49
3.1.4.	Requerimiento para el desarrollo del proyecto (equipos, infraestructuras, personal e insumos) .....	49
3.1.5.	Mapa de procesos de la organización con el proyecto implementado. ....	55
3.2.	ESTUDIO DE MERCADO .....	56
3.2.1.	Población .....	56
3.2.2.	Dimensionamiento de la demanda. ....	57
3.2.3.	Dimensionamiento de la oferta .....	60
3.2.4.	Precios .....	63
3.2.5.	Punto de equilibrio oferta-demanda. ....	64
3.2.6.	Técnicas de predicción (cualitativa y cuantitativa) .....	66
3.3.	ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO. ....	67
3.3.1.	Estimación de Costos de inversión del proyecto.....	68
3.3.2.	Definición de Costos de operación y mantenimiento del proyecto.....	68
3.3.3.	Flujo de caja del proyecto caso. ....	69
3.3.4.	Determinación del costo de capital, fuentes de financiación y uso de fondos. ....	70
3.3.5.	Evaluación Financiera del proyecto (indicadores de rentabilidad o de beneficio-costos o de análisis de valor o de opciones reales). ....	72
3.4.	ESTUDIO SOCIAL Y AMBIENTAL. ....	76
3.4.1.	Análisis del Entorno. ....	76
3.4.2.	Flujo de Entradas y Salidas del proyecto con Impacto Ambiental. ....	77
3.4.3.	Síntesis de Impactos del Proyecto. ....	79
3.4.5.	Estrategias de mitigación de impacto ambiental. ....	82
3.4.6.	Vida Útil del producto.....	85
3.4.7.	Disposición Final de los Productos .....	85



4.	FORMULACION Y EVALUACION .....	89
4.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	89
4.1.1.	Análisis de involucrados .....	89
4.1.2.	Árbol de problemas .....	94
4.1.3.	Árbol de Objetivos .....	97
4.2.	ALTERNATIVAS DE SOLUCION.....	97
4.2.1.	Identificación de acciones y alternativas.....	97
4.2.1.1.	Identificación de alternativas: .....	98
4.2.1.2.	Criterios de selección y evaluación: .....	98
4.2.2.	Descripción de alternativa seleccionada. ....	99
4.2.3.	Justificación del proyecto.....	100
5.	INICIO DEL PROYECTO.....	102
5.1.	CASO DE NEGOCIO .....	102
5.1.1.	Problema: .....	102
5.1.2.	Solución.....	102
5.1.3.	Beneficios.....	103
5.2.	GESTION DE LA INTEGRACION.....	104
5.2.1.	Acta de Constitución (Project Charter). ....	104
5.2.2.	Actas de cierre de proyecto o fase.....	104
5.2.3.	Control Integrado de Cambios. ....	105
6.	PLANES DE GESTION .....	117
6.1.	PLAN DE GESTION DE ALCANCE.....	118
6.1.1.	Línea base del Alcance - EDT.....	118
6.1.2.	Diccionario de la EDT.....	119
6.1.3.	Matriz de trazabilidad de requisitos. ....	120

El formato a continuación se utilizará para realizar seguimiento a los requisitos del proyecto en cada una de sus fases. ....	120
6.2. PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA. ....	122
6.2.1. Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas. ....	122
6.2.2. Línea base tiempo e indicadores de gestión. ....	123
6.2.3. Diagrama de Red .....	124
6.2.4. Cronograma – Diagrama de Gantt y ruta crítica. ....	125
6.2.5. Nivelación de recursos y uso de recursos.....	126
6.3. PLAN DE GESTIÓN DE COSTO.....	128
6.3.1. Presupuesto del proyecto (por actividades).....	128
6.3.2. Línea base de costos e indicadores de gestión. ....	129
6.3.3. Estructura de desagregación de recursos ReBS y Estructura de Desagregación de Costos CBS. ....	131
6.3.4. Indicadores de medición de desempeño.....	132
6.3.5. Aplicación técnica del valor ganado con curvas S avance.....	134
6.3.5.1 Simulación Fecha de Corte 1 .....	134
6.3.5.1 Simulación Fecha de Corte 2 .....	136
6.4. PLAN DE GESTION DE CALIDAD.....	138
6.4.1. Especificaciones técnicas de requerimientos. ....	141
6.4.2. Herramientas de control de la calidad .....	143
6.4.3. Formato Inspecciones.....	143
6.4.4. Formato Auditorías. ....	145
6.4.5. Listas de verificación de los entregables (producto / servicio). ....	150
6.5 PLAN DE GESTION DE RECURSOS HUMANOS .....	155
6.5.1. Roles y Responsabilidades .....	155
6.5.2. Matriz asignación Responsabilidades (RACI) por paquete de trabajo. ....	156

6.5.3. Horario de Recursos.....	156
6.5.4. Capacitación y Desarrollo del Equipo.....	156
6.5.5. Adquisición y Liberación del Personal .....	158
6.5.6. Medición del desempeño.....	160
6.6. PLAN DE GESTIÓN DE COMUNICACIONES .....	161
Planificación de las comunicaciones.....	161
Gestión de las comunicaciones .....	163
Control de las comunicaciones.....	175
6.6.1. Sistemas de Información de Comunicaciones.....	179
6.7. PLAN DE GESTION DE RIESGOS.....	182
6.7.1. Identificación de Riesgos. ....	182
6.7.2 Estructura de desglose de Riesgos. (RiBS) .....	185
6.7.3. Matriz de Riesgos.....	186
6.7.2.1. Matriz de probabilidad / Impacto: .....	186
6.7.4. Análisis de Riesgos del proyecto. ....	187
6.7.4.1. Análisis cualitativo.....	188
6.7.4.2. ANALISIS CUANTITATIVO (Valor Económico Esperado).....	189
6.7.5. Plan de Respuesta a Riesgos. ....	190
6.8. PLAN DE GESTION DE ADQUISICIONES.....	191
6.8.1. Requerimientos y Alcance de las Adquisiciones .....	191
6.8.2. Tipos de Contrato.....	196
6.8.3. Contratación, ejecución y control de compras y contratos.....	196
6.8.4. Definición y criterios de evaluación de proveedores. ....	197
6.8.5. Seguimiento del contratista: .....	200
6.8.5.1. Métricas del proveedor / contratista .....	201
6.8.5. Garantías e Incumplimientos.....	202

6.8.5.1. Garantías: .....	202
6.8.5.2. Incumplimientos:.....	202
6.8.6. Cronograma de Compras y Responsables. ....	203
6.9.1. Identificación de Interesados.....	204
6.9.2. Matriz de Interesados (Poder/Influencia/impacto) .....	205
6.9.3. Matriz dependencia-Influencia.....	209
6.9.4. Matriz de Temas y respuestas. ....	211
6.9.5. Formato resolución de conflictos y gestión de Expectativas. ....	216
7. CONCLUSIONES .....	217
Anexo 1: Cuadro de Cargas y Consumos del Colegio La Fragua.....	218
Anexo 2. Matriz Análisis PESTLE .....	227
Anexo 3. Formato análisis de riesgos (PR-GDR-01).....	228
Anexo 4. Formato Registro de Riesgos (PR-GDR-02) .....	228
Anexo 5. Formato PR-SC-05 Bitácora de Actividades.....	229
Anexo 6 A. Formato Auditoria de Calidad GR-GDQ-06A .....	230
Anexo 6b. Reporte de no Conformidad PR-GDC-05-3 .....	231
Anexo 6C. Trazabilidad de Hallazgos y no conformidades (PR-GDQ-05-2).....	231
Anexo 6D. Formato Investigación Causa Raíz. (PR-GDQ-05-4).....	232
REFERENCIAS .....	233

## **LISTADO DE GRÁFICAS**

Gráfica 1. Variación temperaturas Neiva en meses. Tomada archivo del IDEAM .....	21
Gráfica 2. Brillo solar por meses en Neiva. Tomada archivo del IDEAM .....	22
Gráfica 3. Proyección demanda energética Nacional. Tomada de UPME, OCDE, DANE.....	57
Gráfica 4.Demanda Energética de la Institución. Construcción del autor. ....	58
Gráfica 5. Proyección Generación eléctrica en Colombia. Tomada de UPME, IEA, DANE.....	62
Gráfica 6. Proyección de la instalación de energía solar FV en Colombia hasta 2030. Tomada de UPME.....	63
Gráfica 7. Proyección Ventas Electrohuila. Tomada de Informe de gestión 2015 Electrohuila....	63
Gráfica 8. Proyección de la tarifa de energía eléctrica de Electrohuila para la Categoría del Colegio La Fragua. Construcción del autor .....	64
Gráfica 9. Efecto de la implementación del sistema PV en el ahorro de energía. Construcción del autor.....	66
Gráfica 10Proyecciones consumo Electricidad Colegio La Fragua. Construcción del autor. ....	102

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama ASPAEN Gimnasio La Fragua. Tomada de los archivos de la Institución Educativa.....	27
Figura 2. Mapa Estratégico Colegio la Fragua (Modelo EFQM). Tomado de los archivos de la Institución Educativa.....	28
Figura 3. Mapa de Objetivos y Cadena de Valor. Tomado de los archivos de la Institución Educativa.....	28
Figura 4. Zonas principales simétricas respecto al Ecuador. Tomada de [IDEAM – UPME, 2002] .....	34
Figura 5. Sistema Fotovoltaico. Tomada de [SAECSA, 2009].....	35
Figura 6. Curva Característica de funcionamiento de una celda. Tomada de [SAECSA, 2009] ...	36
Figura 7. Ángulo de inclinación módulo fotovoltaico. Tomada de Lorentz, 2009 .....	38
Figura 8. Ángulo de incidencia de radiación solar sobre un panel. Tomada de [SAECSA, 2009]	38
Figura 9. Distancia mínima entre paneles. Construcción del autor.....	40
Figura 10. Mapa de procesos de la organización con el proyecto Implementad. Construcción del autor.....	55
Figura 11. Mercado Global de Energía. Tomado de Greenpeace. "The silent energy" .....	60
Figura 12 Capacidad instalada (GW) de Energía solar Fotovoltaica por región. Tomada de: EPIA, Global market Outlook for photovoltaics 2014-2018. ....	61
Figura 13 Evolución Precio de celda fotovoltaica USD/Watt. Tomada de: Forbes Magazine, Solar Energy revolution: a massive opportunity, Sep-2014. ....	61
Figura 15 Flujo de Caja Evaluación Financiera. ....	75
Figura 16 proceso típico reciclaje de Metales, construcción del Autor .....	87
Figura 17. Modelo cierre de proyecto Adaptado de la página .....	105
Figura 18. Presenta el proceso del Control integrado de Cambios del Proyecto .....	105
Figura 19 Diagrama de flujo del proceso de Gestión de Cambios. Construcción del Autor. ....	108
Figura 20 Diagrama de Flujo detallado de la gestión de Cambios. Construcción del Autor .....	111
Figura 21 Registro, seguimiento y Control de Cambios. Construcción del Autor.....	113
Figura 22. Estructura de desglose de trabajo. Construcción del autor .....	118
Figura 23. Matriz trazabilidad de requisitos. Construcción del autor. ....	120
Figura 24. Construcción del autor .....	125
Figura 25. Ruta Crítica. Construcción del autor.....	126
Figura 26. Estructura de desagregación de recursos ReBs. Construcción del autor. ....	131
Figura 27. Estructura de Desagregación de Costos CBS. Construcción del autor.....	132
Figura 28. Estructura de Desagregación de Costos CBS, Construcción del autor.....	132
Figura 29. EVM Medidas de desempeño. Tomada de Practice Standard for earned value Management.....	133
Figura 30. Simulación Fecha de Corte 1 Construcción del autor.....	134
Figura 31. Simulación Fecha de Corte 1 Construcción del autor.....	135
Figura 32. Curva S Fecha de Corte 1 Construcción del autor.....	135

Figura 33. Simulación Fecha de Corte 2 Construcción del autor.....	136
Figura 34. Simulación Fecha de Corte 1 Construcción del autor.....	136
Figura 35. Curva S Fecha de Corte 1 Construcción del autor.....	137
Figura 36. Bitácora de actividades. Construcción del Autor.....	143
Figura 37. Seguimiento de la Operación del producto, construcción del Autor. ....	143
Figura 38. Seguimiento inspecciones de mantenimiento, construcción del Autor .....	144
Figura 39. Lista Verificación de mantenimiento, construcción del Autor .....	145
Figura 40. Formato Auditoría de calidad, construcción del Autor.....	147
Figura 41. Formato de trazabilidad de hallazgos - auditoría de calidad (PR-GDC-06-2), construcción del Autor .....	147
Figura 42. Formato reporte de no conformidad, construcción del Autor.....	148
Figura 43. Formato análisis de causa raíz, construcción del Autor.....	149
Figura 44. Proceso de capacitación. Construcción del autor.....	157
Figura 45. Proceso de evaluación de desempeño. Construcción del autor .....	160
Figura 46 Estructura desglose de Riesgos (RBS).....	186
Figura 47. Relaciones directas entre actores o dependencias con respecto a la influencia. Construcción del autor .....	210
Figura 48. Ejes de Schwartz. Construcción del autor .....	212

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Fuentes de Información.....	32
Tabla 2. Disponibilidad promedio multianual de energía solar por regiones. ....	34
Tabla 3. Tecnología para celdas fotovoltaicas. ....	35
Tabla 4. Análisis de Cargas Gimnasio La Fragua.....	46
Tabla 5. Demanda Energética Colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua .....	59
Tabla 6. Comparación proveedores Kit solar 300KWh.....	64
Tabla 7. Resumen Cifras mercado energético colombiano.....	65
Tabla 8. Variables a tener en cuenta para el análisis económico y financiero .....	67
Tabla 9. Variables Análisis para cada tipo de solución.....	67
Tabla 10 Costo Estimado Opción Proponente 1 (Grid Tie) .....	68
Tabla 11 Costo Estimado Opción Proponente 2 (Kit Solar) .....	68
Tabla 12 Costos Operación y Mantenimiento.....	69
Tabla 13 Flujos anuales del proyecto Por Kits.....	69
Tabla 14 Flujo de Caja Sistema Grid Tie.....	70
Tabla 15 Resumen posibles fuentes de financiación y sus características.....	71
Tabla 16 Equivalencia Tasas Interés,.....	71
Tabla 17 Comparación de Valor Futuro FINDETER Vs. BANCOLDEX, Opción Grid Tie.....	71
Tabla 18 Tabla amortización a 5 años BANCOLDEX, Solución Grid Tie. ....	72
Tabla 19 Comparación Valor Futuro FINDETER Vs. BANCOLDEX, Opción por KIT. ....	72
Tabla 20 Tabla de Amortización a 5 años BANCOLDEX, Opción por KIT. ....	72
Tabla 21 Flujo de Caja y Evaluación Financiera, Solución Grid Tie con Financiación. ....	73
Tabla 22 Flujo de Caja y Evaluación Financiera, Solución Grid Tie, Sin Financiación (Recursos Propios). ....	74
Tabla 23 Resultados Evaluación Financiera. ....	74
Tabla 24 Flujo de Entradas y Salidas con Impacto ambiental. ....	77
Tabla 25 Categorías de Productos Usados en el proyecto .....	80
Tabla 26 Síntesis de Impactos Ambientales del Proyecto.....	80
Tabla 27 Interesados del Proyecto .....	89
Tabla 28 Análisis Matriz de Interesados .....	90
Tabla 29. Árbol de problemas .....	94
Tabla 30. Altura mínima de piso en metros. ....	95
Tabla 31. Áreas efectivas de ventilación.....	96
Tabla 32. Árbol de objetivos .....	97
Tabla 33 Evaluación de Alternativas de Solución. Construcción del Autor.....	99
Tabla 34. Indicadores financieros .....	103
Tabla 35. Acta de Constitución (Project charter).....	104
Tabla 36 Formato Análisis de riesgos del control de Cambios.....	108
Tabla 37 Matriz RACI del proceso de gestión de Cambios.....	112
Tabla 38 Conformación del Equipo de Evaluación de Cambios .....	114
Tabla 39 Criterios de evaluación y aprobación de Cambios.....	115



Tabla 40 Comité de Control de Cambios.....	116
Tabla 41 Diccionario EDT.....	119
Tabla 42. Duración Proyecto Método PERT.....	122
Tabla 43. Nivelación De recursos y uso de recursos.....	126
Tabla 44. Presupuesto del proyecto.....	128
Tabla 45 Métricas e Indicadores de Calidad .....	142
Tabla 46. Listado de verificación de entregables.....	150
Tabla 47 Cuadro de roles y responsabilidades .....	155
Tabla 48. Matriz roles y responsabilidades.....	156
Tabla 49. Horarios de recursos de personal.....	156
Tabla 50. Esquema de incentivos y recompensas .....	160
Tabla 51 Canales de comunicación .....	162
Tabla 52 Métodos de comunicación.....	163
Tabla 53. Almacenamiento y retención de la información.....	164
Tabla 54. Tipos de Reunión .....	166
Tabla 55. Documentos Controlados .....	175
Tabla 56 Registro de control Versiones de documentos controlados.....	176
Tabla 57: Registro de comunicaciones.....	176
Tabla 58 Niveles de autorización del proyecto .....	177
Tabla 59. Formato registro de incidentes.....	178
Tabla 60. Sistemas de información de las comunicaciones del proyecto .....	179
Tabla 61 matriz de las comunicaciones del proyecto.....	180
Tabla 62 Categorización e Identificación.....	184
Tabla 63 Análisis Cualitativo .....	188
Tabla 64 Análisis Cuantitativo de Riesgos .....	189
Tabla 65 Matriz de Probabilidad / Impacto para la evaluación de Riesgos .....	186
Tabla 66Criterios de Severidad / Probabilidad .....	187
Tabla 67 Plan de Respuesta a Riesgos .....	190
Tabla 68 Alcance de las adquisiciones.....	192
Tabla 69 Requisitos del Proyecto.....	194
Tabla 70 Tabla 5 Proceso de Adquisición / Selección de propuestas.....	196
Tabla 71 Formato de evaluación de propuestas en pesos.....	200
Tabla 72 Formato Evaluación Calidad de Servicio.....	201
Tabla 73 Seguimiento Métricas del Contratista.....	201
Tabla 74 Cronograma de Adquisiciones .....	203
Tabla 75. Identificación de los interesados .....	204
Tabla 76. Matriz de Stakeholders (Poder/Influencia/impacto) .....	205
Tabla 77. Matriz dependencia-Influencia.....	210
Tabla 78. Análisis mapa de dependencias.....	210
Tabla 79. Hipótesis a futuro .....	211
Tabla 80. Condiciones iniciales del sistema.....	212
Tabla 81. Escenario 1: prosperidad democrática .....	213
Tabla 82. Escenario 2: crisis financiera .....	213
Tabla 83. Escenario 4: población desbordada.....	214

## **LISTADO DE PLANTILLAS**

Plantilla 1: Plantillas para presentaciones en Power Point.....	164
Plantilla 2: Modelo para cartas y comunicaciones escritas. Construcción del autor.....	168
Plantilla 3: Plantilla para minuta de acta de reunión. Construcción del autor .....	170
Plantilla 4: Plantilla Reporte de desempeño. Tomada de Project management Institute (PMI, s.f.) .....	171
Plantilla 5: Reporte del estado de valor ganado. Tomada de Project management Institute (PMI, s.f.).....	172
Plantilla 6. Estado de reporte contrato. Tomada de Project management Institute (PMI, s.f.) ....	172
Plantilla 7Análisis de varianza. Tomada de Project management Institute (PMI, s.f.).....	173
Plantilla 8: Reporte estado miembro del proyecto. Tomada de Project management Institute (PMI, s.f.) .....	174

## **RESUMEN**

La concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> ha sufrido un considerable aumento en el siglo XX, especialmente en sus últimas décadas. Antes de la revolución Industrial la concentración de CO<sub>2</sub> en la Atmósfera era de unas 280 partes por millón. (0,028%). Ahora en la actualidad alcanza unas 375 partes por millón (0,0375) es por esta razón, que este gas que produce el efecto invernadero, e incide gravemente en el cambio climático de la tierra cualquier reducción de emisiones del mismo comporta beneficios ambientales muy significativos. Para calcular el ahorro de CO<sub>2</sub> que se obtiene gracias a la generación de energía de un sistema fotovoltaico, podemos utilizar la emisión media por unidad de KWp eléctrica generada, que se considera que es aproximadamente de 0,464 Kg.De CO<sub>2</sub> por Kwh eléctrico generado.

El tiempo de recuperación de la inversión energética (5 – 6 años) es significativamente menor que la duración del sistema 25 - 30 años. La energía producida es de 9 a 17 veces superior a la invertida. Todos los KWh que se generan con un sistema fotovoltaico equivalen a un ahorro de energía generada con otras fuentes de energía más contaminantes como centrales térmicas y represas hidroeléctricas, lo que conlleva a una reducción de emisiones.

Beneficios del proyecto:

- Beneficios tributarios que permiten reducir en un 25 % el valor total de la inversión.
- Acercamiento a la comunidad educativa a educación ambiental en forma práctica, mostrando compromiso por el medio ambiente y el desarrollo sostenible.
- El dinero que no se destina en energía, puede ser invertido por el colegio en dotación de material bibliográfico y otros rubros más significativos para el colegio.
- El colegio Gimnasio La Fragua contrarresta el creciente precio de la energía, asegurando un precio fijo por los próximos 25 años
- Retorno de inversión de 5 – 7 años
- Los paneles solares ocupan un área en el techo de 220.35 , superficie que disminuye la incidencia de la radiación solar al interior de las oficinas administrativas y salones, disminuyendo el uso de aire acondicionado

- La eficiencia en el uso de energía se convierte en recursos adicionales para invertir en el mantenimiento de la infraestructura educativa
- Disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub>
- Estabilidad del suministro energético, sin fluctuaciones a lo largo del día con el sol como materia prima.
- La configuración del sistema solar fotovoltaico interconectado a la red, garantiza que siempre un porcentaje del total de energía consumida en el taller será procedente del sol
- La instalación de un sistema solar fotovoltaico interconectado a la red muestra resultados rápidos.
- Autonomía del suministro energético, minimizando la dependencia del suministro energético de la empresa de servicios públicos, pues independiente de la época del año o factores climáticos como épocas de sequía se tendrá la misma calidad energética.
- Ahorro inmediato de energía al mes siguiente de la instalación de los paneles solares.

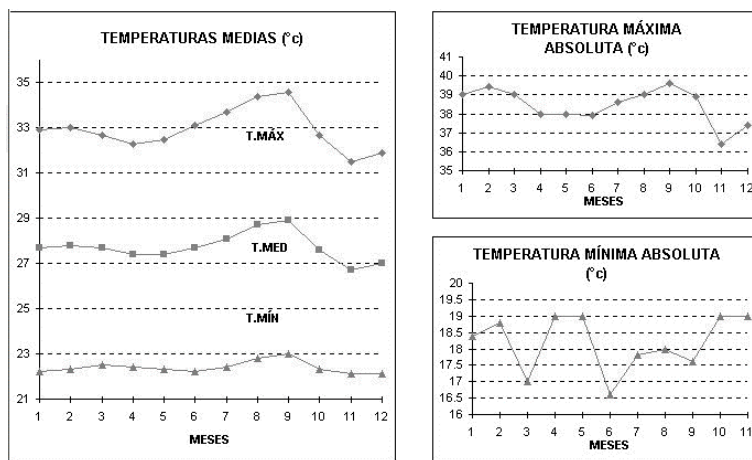
## INTRODUCCIÓN

Las nuevas generaciones, cada vez más exigentes en términos del uso de la tecnología en sus actividades diarias, ha generado un cambio en los métodos tradicionales de educación donde el uso de Internet como simple herramienta de consulta bibliográfica paso a ser una herramienta tan común como un cuaderno o un bolígrafo. Todos estos cambios y exigencias tecnológicas, hacen necesario el uso de computadores, salas de Internet, Aulas virtuales, Cuartos de comunicaciones con especificaciones en cuanto a la regulación de temperatura, humedad en la que deben permanecer estos equipos con el fin de que su operatividad se mantenga, si afectar la vida útil media de los mismos.

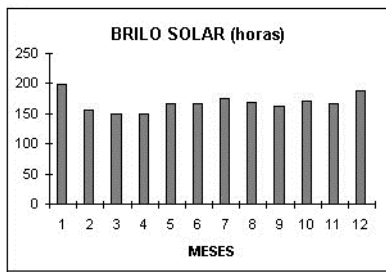
Por otra parte, el Incremento de las temperaturas: 2016 fue el año más caluroso en la historia, superando a su antecesor 2015; la ciudad de Neiva ha registrado en la última década temperaturas máximas absolutas de hasta 41°C, con una media máxima de 37°C que aumenta a razón de 0.18 grados por década según el IDEAM.

La ciudad de Neiva está localizada a 442 msnm. Su clima se clasifica como cálido húmedo. Por su baja latitud no se presentan variaciones estacionales a lo largo del año. La temperatura promedio anual oscila alrededor de 27,7 °C. El brillo solar en horas día, se mantiene uniforme durante casi todo el año.

Las siguientes graficas muestran los datos de temperatura y brillo solar durante todo el año para la ciudad de Neiva, tomado en la estación del IDEAM AEROPUERTO BENITO SALAS (Neiva).



Gráfica 1. Variación temperaturas Neiva en meses. Tomada archivo del IDEAM



Gráfica 2. Brillo solar por meses en Neiva. Tomada archivo del IDEAM

Para mejorar el Confort de Estudiantes, Docentes y Empleados y regular la temperatura de ciertas áreas, los Padres de Familia y la Institución educativa ASPAEN Gimnasio La Fragua vienen instalando Equipos de Aire Acondicionado en los diferentes salones de clase. Adicionalmente, el Colegio La Fragua tiene un plan de ampliación de su infraestructura en el mediano plazo; razón por la cual tienen y continuarán teniendo incrementos en el consumo de energía eléctrica y un aumento en el costo por concepto de servicios públicos. El colegio, previendo esta situación, ha decidido iniciar un plan de ahorro mediante el cual se contempla la posibilidad de usar energías alternativas de tipo renovable, específicamente la de tipo Solar, aprovechando la ubicación geográfica y el nivel de radiación solar.

Dentro de los Beneficios considerador por la implementación de un sistema de generación de energía Solar Fotovoltaica están:

- La reducción en el consumo y en consecuencia de los costos por concepto de energía eléctrica comercial debido a que parte de la Energía utilizada (consumida) por la Institución sería generada por una fuente de Energía Gratuita y perpetua como el Sol.
- La reducción en la Huella de Carbono de la institución pues la Emisión de Gases de efecto Invernadero (GEI) debidos al proceso de Generación de energía eléctrica con fuentes renovables son 0 Kg COe.

Este proyecto, presentará alternativas de solución para disminuir o posiblemente sustituir el consumo de energía a través de la red eléctrica comercial en algunas áreas del Colegio, por uno de energía solar.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Realizar el estudio económico y ambiental para la implementación de sistemas de ahorro de energía para suplir el consumo energético de los aires acondicionados y optimización de infraestructura en sistema de energía actual analizando pérdidas ocasionadas por equipo eléctricamente ineficiente dejando el plan a seguir para fases futuras.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar las alternativas que eviten el aumento de costos por el crecimiento en el consumo de energía eléctrica en la Institución Educativa causada por la instalación de aires acondicionados donados por los padres de familia.
- Identificar, seleccionar, describir y plantear la mejor alternativa de solución en energía renovable para el colegio Aspaen Gimnasio La Fragua, el alcance de la misma, criterios de selección para esta y la metodología a seguir para recopilar y analizar información.
- Redactar los planes para la implementación del proyecto de acuerdo a las buenas prácticas del PMI y aplicar los conocimientos adquiridos en la especialización.
- Realizar el acompañamiento durante la planeación, factibilidad, análisis, instalación y seguimiento posterior a la instalación del sistema de producción de energía.
- Aplicar los conocimientos sobre Gerencia de Proyectos adquiridos en la especialización bajo el esquema de Buenas prácticas del PMI en el diseño, redacción y realización de los diferentes planes del proyecto.

## **1. ANTECEDENTES**

### **1.1. Descripción organización fuente del problema o necesidad.**

El planeta afronta una seria crisis energética por el agotamiento de las fuentes de petróleo, gas, etc., energías fósiles que han impactado negativamente la naturaleza y el medio ambiente.

El calentamiento global y el incremento de los gases de efecto invernadero amenazan la existencia de la especie humana, si los Estados y la sociedad en general no asumen una conciencia actuante de los peligros hacia el futuro y no se toman medidas de inmediato que cambien el rumbo de la depredación del medio ambiente.

La utilización de energías alternativas, como la energía solar se impone como una necesidad inaplazable para afrontar estos graves problemas que padece la humanidad.

En muchos países del mundo se viene utilizando la energía solar, pero en Colombia a pesar de las grandes posibilidades que tenemos por estar ubicados en la zona tórrida, no se han desplegado acciones y proyectos suficientes con mirar a masificar su utilización.

Se ha avanzado en la creación de normatividad sobre el tema, pero faltan estímulos y apoyo de las entidades estatales para promover el uso de la energía solar.

#### **1.1.1. Descripción general – Marco histórico de la organización.**

Dentro de las estrategias de la Institución se destacan la Satisfacción de los diferentes estamentos Estudiantil, Docente y Administrativo entre otros en lo referente al bienestar y el desarrollo e infraestructura sostenibles para lo cual el Colegio y los padres de familia están adquiriendo equipos de Aire acondicionado para mejorar el ambiente de las Aulas de clase y administrativas bajo la premisa que deben cumplir con ciertas especificaciones inherentes a la eficiencia y al ahorro energético. Por su parte, la Institución realiza las adecuaciones de infraestructura con el objetivo de reducir el consumo y mejorar la eficiencia energética mediante la instalación de luminaria tipo LED, instalación de aislamiento térmico en tejados, planes de arborización buscando la implementación a futuro de Sistemas de energía solar, de manera que no solo se reduce el consumo de energía eléctrica de la red sino que se contribuye con la estrategia de desarrollo e infraestructura sostenible que brinda a estudiantes y empleados del Plantel un ambiente cómodo para el desarrollo de sus actividades diarias.



Este proyecto propone el Estudio para la implementación de sistemas de energía solar en la Institución con el objetivo de contribuir a la reducción del consumo energético debido a las medidas adquiridas por el Colegio y los padres de familia para el mejoramiento de la comodidad del personal, a las construcciones de nueva infraestructura y las que se prevén por planes de ampliación de la misma.

El proyecto propone realizar un estudio Técnico – Económico donde se analice el consumo y la eficiencia energética en los últimos años, de manera que se determinen proyecciones de consumo y pérdidas ocasionadas por equipo eléctricamente ineficiente. A partir de allí analizar diferentes alternativas de solución que se complementan a las medidas de ahorro actualmente implementadas por la institución como recomendaciones para el mejoramiento de la eficiencia energética, diferentes diseños del sistema de energía solar que brinde la mejor relación costo-beneficio de acuerdo a la demanda energética, localización, tiempo de utilización, requerimiento o no de respaldo por baterías para funcionamiento continuo durante la noche. Asimismo el desarrollo de planes y fases para la ejecución del proyecto y la implementación de acuerdo a la priorización por consumo energético o importancia de los equipos conectados. Se propondrá proyecciones de los costos asociados a la ejecución, cronograma de ejecución y gestiones de control de calidad y riesgo entre otros requerimientos de las buenas prácticas establecidas por el PMI.

#### 1.1.2. Direccionamiento estratégico de la organización.

Aspaen Gimnasio La Fragua, es una institución educativa de tradición en Colombia que vela por una formación continua de sus equipos directivos, docentes y padres de familia, tiene convenios con la Universidad de la Sabana, en Bogotá, y fue acreditado por el Modelo Europeo de Calidad EFQM en el nivel de acceso, lo cual confirma el compromiso de la institución en el fortalecimiento de la calidad de sus procesos educativos, formativos y de gestión.

##### 1.1.2.1. Objetivos estratégicos de la organización.

Los Objetivos estratégicos de la organización extraídos del árbol de objetivos de la institución son:

- Satisfacer y transformar la sociedad a través del fortalecimiento de la familia como célula de la misma, basando el estilo y proyecto de vida de los egresados en un espíritu solidario.
- Satisfacer a padres y directivos a través del prestigio y reconocimiento de la presencia del colegio en el sector educativo de una forma creciente y sostenible.
- Satisfacer a los Estudiantes y Padres mediante el apoyo a estos en la formación de sus hijos en una manera Personal, Integral y Diferente (PID) que fortalece la competitividad dentro de una cultura de amabilidad, confianza y buen trato que busca el bienestar del estudiante.
- Satisfacer los empleados mediante el desarrollo del talento humano, liderazgo en la dirección y la gestión sostenible de infraestructura, para un desarrollo estratégico que haga realidad la Misión y la Visión de la institución.

#### 1.1.2.2. Políticas institucionales.

Las políticas, están enmarcados dentro de su Estrategia de formación<sup>i</sup> que sigue el modelo de calidad EFQM de la cual se pueden resaltar los siguientes:

- Adecuar la tarea Educativa a las características personales de los estudiantes, en procura de su desarrollo integral y de una atención personal; contando así con la PRECEPTORIA como estrategia de formación personal, reconociendo que los padres de familia son los primeros educadores de los hijos.
- Formar desde la academia utilizando en el aula de clases las Estrategias PRIME (proyectos lúdicos en preescolar) para lograr en niños y niñas una formación hacia lo personal, integral y trascendente.
- Formar desde la academia utilizando en el aula de clases la estrategia NOVUS (trabajo en proyecto interdisciplinario) para explorar y abordar temas más allá del contenido curricular tradicional armonizando con la naturaleza del ser humano y teniendo en cuenta el conocimiento previo, necesidades, intereses, ritmos de aprendizaje y estilos cognitivos del estudiante.
- Desarrollar las habilidades físicas, deportivas, artísticas y recreativas que promueven la formación de valores como la convivencia, respeto, solidaridad, esfuerzo, fortaleza y constancia promoviendo la competencia en un ambiente de compañerismo y amistad.

### 1.1.2.3. Misión, Visión y Valores.

#### Misión

Aspaen Gimnasio La Fragua es una institución educativa promovida por padres de familia, orientada a acompañarlos en la formación integral de sus hijos. Su proyecto educativo de educación diferenciada -conforme al Magisterio de la Iglesia Católica y bajo la asesoría espiritual de la Prelatura del Opus Dei- se apoya en el fomento de la formación de padres de familia y del personal de la institución, buscando que los estudiantes asuman el “trabajo bien hecho” y el espíritu solidario, como la base de un estilo de vida que lidere el desarrollo de la sociedad.

#### Visión

En el año 2020, Aspaen Gimnasio La Fragua será reconocido como una institución educativa acreditada y bilingüe, líder en el desarrollo integral de estudiantes, padres de familia, profesores y personal no docente, y en el posicionamiento de sus estudiantes en el ámbito nacional.

### 1.1.2.4. Estructura organizacional.

La siguiente figura muestra el esquema organizacional de la Institución educativa.

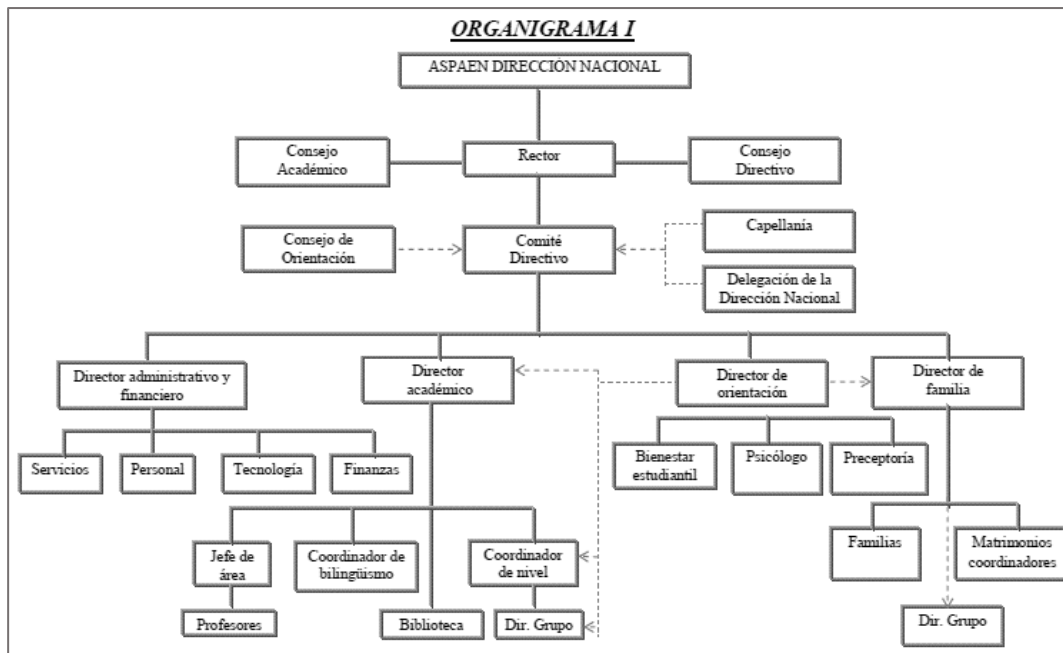


Figura 1 Organigrama ASPAEN Gimnasio La Fragua. Tomada de los archivos de la Institución Educativa.

### 1.1.2.5. Mapa estratégico.

El mapa estratégico del colegio sigue está alineado con la estrategia de calidad EFQM y se presenta a continuación:

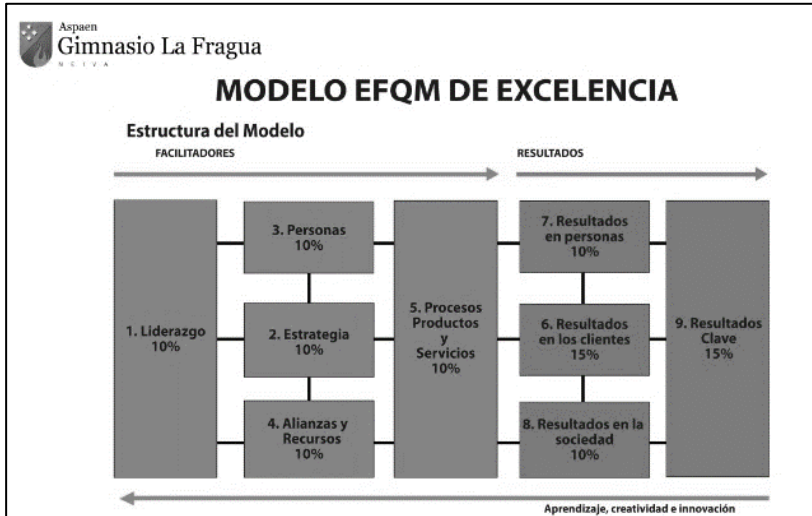


Figura 2. Mapa Estratégico Colegio la Fragua (Modelo EFQM). Tomado de los archivos de la Institución Educativa

### 1.1.2.6. Cadena de valor de la organización.

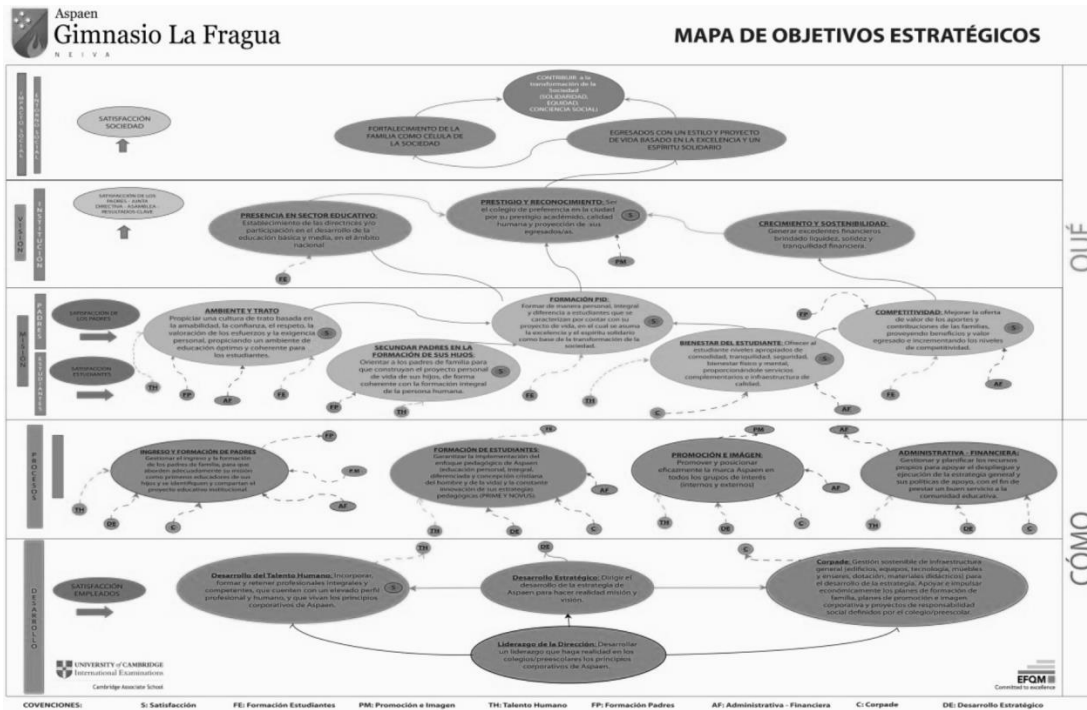


Figura 3. Mapa de Objetivos y Cadena de Valor. Tomado de los archivos de la Institución Educativa

## 2. MARCO METODOLÓGICO

### 2.1. Tipos y métodos de investigación.

**Tipo de Investigación Aplicada:** El proyecto propondrá la solución al problema en cuestión mediante la aplicación de la tecnología existente. Para ello, se utilizará la investigación cuantitativa con alcance descriptivo la cual busca describir el perfil de procesos u otros fenómenos sometidos al análisis (Hernandez, Fernandez, & Baptista) Para describir y proyectar el consumo de energía eléctrica de la Institución, describir y proyectar el Mercado de Energía eléctrica local (tarifas) y la oferta de energía renovable en Colombia:

- Se explorará información histórica del mercado de energía eléctrica local y del proveedor del servicio de energía eléctrica de la institución: Históricos de tarifas y tendencias de precios.
- Se explorará y analizará la demanda energética actual e histórica de la institución; así como información acerca de cómo se distribuye la carga eléctrica de la misma para determinar los mayores impactos en el consumo.
- Se explorará el mercado de la energía renovable en Colombia y se buscarán las diferentes tecnologías existentes y sus costos en el mercado colombiano, así como algunos de los proveedores locales.

### 2.2. Herramientas para la recolección de información.

Son las herramientas con que cuenta el investigador para documentar la información recabada de la realidad, Es el registro de la observación de las variables de la investigación.

- Observación: Medición directa de Potencia y consumos.
- Entrevistas a los interesados (Miembros de la institución y proveedores)
- Visita técnica con expertos y Juicio de Expertos.
- Análisis de documentos históricos y estudios previos.
- Estimación de tiempos
- Estimación de costos

### 2.3. Fuentes de información.

**Fuentes primarias:** Se refiere a aquellas observadas directamente.

- Inventario equipo eléctrico del Colegio y toma de especificaciones técnicas de los equipos.
- Mediciones de Carga y Consumo de energía eléctrica de la institución.
- Facturas de pago por concepto de Servicio de Energía Eléctrica.
- Levantamiento de Medidas de superficie de áreas de Tejados del Colegio.

**Fuentes secundarias:** Se refiere a todos aquellos portadores de datos e información que han sido previamente retransmitidos o grabados en cualquier documento. Las fuentes de información secundarias hacen referencia a estudios y publicaciones relacionadas con el tema y que estas cumplan con los requisitos establecidos para definición de fuente documental.

- Colegio “ASPAEN gimnasio la fragua” de Neiva
- Entidades reguladoras: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Ministerio de Minas y Energía (MME), Unidad de planeación minero Energética (UPME), Comisión reguladora de Energía y Gas (CREG), Corporaciones autónomas Cormagdalena (CAM), Gobernación del Huila, Alcaldía de Neiva.
- PMBOK\_Guide5th\_Spanish
- Electrohuila SAS ESP
- Atlas de Radiación Solar de Colombia (IDEAM)
- Mapas de radiación solar sobre una superficie plana (IDEAM)
- Sistema de información de eficiencia energética y energías alternativas SI3EA
- Normatividad de Energía Solar Térmica y Fotovoltaica (Ley 1715 2014)
- NTC 2775, energía solar fotovoltaica. terminología y definiciones (24/8/2005)

- NTC 5513, dispositivos fotovoltaicos parte 1: medida de la característica intensidad tensión de los módulos fotovoltaicos (29/8/2007)
- NTC 5678, campos fotovoltaicos de silicio cristalino medida en el sitio de características i-v (24/6/2006)
- NTC 2774, evaluación de materiales aislantes térmicos empleados en colectores solares.
- NTC 2883, módulos fotovoltaicos (pv) de silicio cristalino para aplicación terrestre. calificación del diseño y aprobación de tipo (26/07/2006)
- RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- NTC 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares.

La siguiente tabla resume de forma Global los enlaces y puntos de contacto para la recolección de la información anteriormente mencionada.

Tabla 1. Fuentes de Información.

FUENTE	CONTACTO	TIPO DE INFORMACION	WEBSITE
Colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua	Andres Borrero. (1er Punto contacto) Gerente Administrativo administracion@lafragua.edu.co  Lazaro Tierradentro (2 Punto Contacto) Rector rectoria@lafragua.edu.co	Relativa a la Institución: Institucional, Organizacional, Legal, Financiera, Contable, Gestión y Procesos de la Organización, Toma de decisiones dentro de la Organización, Solicitudes, Autorizaciones, Cambios, Permisos de Trabajo, Agendamiento de Visitas, Planos institucionales, Información técnica de la Institución.	<a href="http://www.lafragua.edu.co">www.lafragua.edu.co</a>
BANCOLDX	Multicontacto, Servicio al Cliente 018000180710	Financiación proyectos de energía alternativa, Información financiera, tasas de Interés, Proyecciones.	<a href="http://www.bancoldex.com/documentos/10413_Circular_025_Oct_2017.pdf">http://www.bancoldex.com/documentos/10413_Circular_025_Oct_2017.pdf</a>
FINDETER	<a href="mailto:jpjacob@findeter.gov.co">jpjacob@findeter.gov.co</a>	Financiación proyectos de energía alternativa, Información financiera, tasas de Interés, Proyecciones.	<a href="https://www.findeter.gov.co/publicaciones/tramites_y_servicios_electronicos_publicaciones/pub">https://www.findeter.gov.co/publicaciones/tramites_y_servicios_electronicos_publicaciones/pub</a>
(UPME) Unidad de planeación Minero Energetica	Servicio al Ciudadano: 01 8000 91 17 29	Regulación Energía y Acceso beneficio tributario ley 1715 Fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER)	<a href="http://www1.upme.gov.co/Paginas/Energias-renovables.aspx">http://www1.upme.gov.co/Paginas/Energias-renovables.aspx</a>
Electrificadora del Huila "Electrohuila" SAESP	Servicio al Usuario: 018000918819	Información tarifaria, Históricos de Consumos, Costos, Mercado eléctrico, Estratificación, Información Técnica, Cuadro de Cargas, Instalaciones, Acometidas, Permisos y regulación local.	<a href="http://www.electrohuila.com.co/">http://www.electrohuila.com.co/</a>
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA	N/A	Legal, regulación, reglamentos tecnicos	<a href="https://www.minminas.gov.co/energias-renovables-no-convencionales">https://www.minminas.gov.co/energias-renovables-no-convencionales</a>
ICONTEC / ISO / IEEE /	N/A	Normatividad, Lineamientos y guías técnicas	<a href="http://www.icontec.org">www.icontec.org</a>
Corporacion Autónoma regional del Alto Magdalena CAM	(+57 8) 8765017	Tramites, permisos, certificaciones y licencias ambientales a nivel Local	<a href="http://www.cam.gov.co/">http://www.cam.gov.co/</a>
Colombia Energy	Ivan Joya (+57 ) 317 3639999  Neiva	Potencial Proveedor, Información Técnica, diseños, soluciones, productos y servicios asociados a Energía Solar.	<a href="http://www.colombiaenergy.co/">http://www.colombiaenergy.co/</a>
INnoVatio S.A.S	Mateo Ramirez (+57) 311 610 4953  Medellín	Potencial Proveedor, Información Técnica, diseños, soluciones, productos y servicios asociados a Energía Solar.	<a href="http://www.innovacionsostenible.co">www.innovacionsostenible.co</a>

Construcción del Autor

## 2.4. Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado.

### 2.4.1. Supuestos

- Que las condiciones de la Economía Colombiana están estables en su punto más crítico de inflexión y que tienden a mejorar según proyecciones para 2018 donde se espera que Colombia crezca del 1.8% al 2.6% después de un periodo de desaceleración (CEPAL, 2017) por tanto las proyecciones y parámetros de Factibilidad son Válidas mientras las perspectivas económicas se mantengan en esa tendencia.
- La tasa de cambio estará alrededor de los 3027 COP/USD (Data IFX, 2017) para 2018 y según algunos analistas podría llegar a los 3100 COP/USD si se dan ciertas reformas Económicas en los EEUU (Banco de la República, 2017).



- Los Estudios y presupuestos se realizan con base en proyecciones e Información económicas para 2017 y serían válidos mientras la variación en los parámetros sea Optimista y Favorable para el proyecto.
- Alguno de los posibles proveedores, preferiblemente local, facilite la visita técnica en proceso de cotización y análisis de escenario con personal experto.
- Los costos de los equipos de Generación solar son actualmente altos por la poca oferta y desconocimiento de la Tecnología, sin embargo, la tendencia en la masificación debida a la Legislación (Ley 1715/14) que promueve el uso de Fuentes de Energía renovable tendrá un impacto favorable en el costo de Equipos.
- La institución Educativa facilitará el acceso a la información necesaria y a las instalaciones para realizar estudios, visitas y mediciones de campo para la realización de los Estudios y Planes del proyecto.
- El proyecto se registrará formalmente ante los organismos reguladores y ambientales para obtener el beneficio tributario de Ley 1715/14, el cual incrementará los índices de factibilidad y reduciría los Tiempos de Retorno de Inversión.

#### 2.4.2. Restricciones

- **Mercado:** Desconocimiento y poca oferta de la tecnología a nivel local.
- **Tiempo y disponibilidad colegio:** La recolección de Información, Mediciones, Visitas de Campo o Trabajos de Ejecución no podrán alterar el desarrollo Normal de las Clases del Colegio.
- **Laboral:** Las visitas de campo, mediciones y demás labores o actividades dentro de las instalaciones de la institución deben ser realizadas por personal competente y que cumpla con las obligaciones de ley en términos de: Seguridad social y seguridad industrial.

### 3. ESTUDIOS Y EVALUACIONES

#### 3.1. ESTUDIO TECNICO.

##### 3.1.1. Diseño conceptual de la solución.

#### La energía solar

El sol es la fuente primaria de luz y calor para la tierra y es además el origen de todas las energías renovables excepto la geotermia (calor de la tierra); la energía del sol se puede aprovechar directamente en forma de calor o energía térmica por medio de colectores solares o también se puede convertir en electricidad a través de celdas fotovoltaicas.

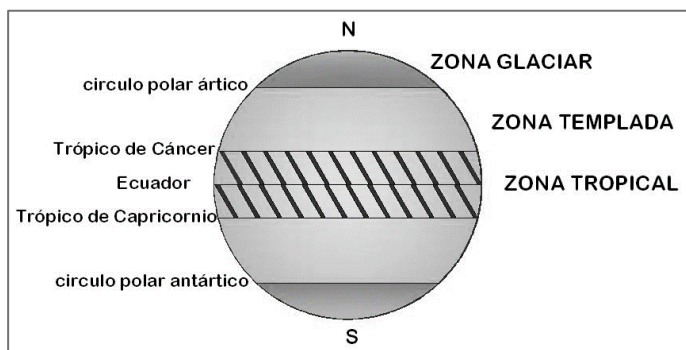


Figura 4. Zonas principales simétricas respecto al Ecuador. Tomada de [IDEAM – UPME, 2002]

Tabla 2. Disponibilidad promedio multianual de energía solar por regiones.

REGION	kWh/m <sup>2</sup> /año
GUAJIRA	2.190
COSTA ATLANTICA	1.825
ORINOQUIA	1.643
AMAZONIA	1.551
ANDINA	1.643
COSTA PACÍFICA	1.278

Tomada de [IDEAM – UPME, 2002]

## Sistemas fotovoltaicos

Un sistema fotovoltaico es el que alimenta un circuito eléctrico externo a partir de la radiación solar que incide sobre un dispositivo conocido como celda fotovoltaica gracias a un fenómeno llamado el efecto fotovoltaico.

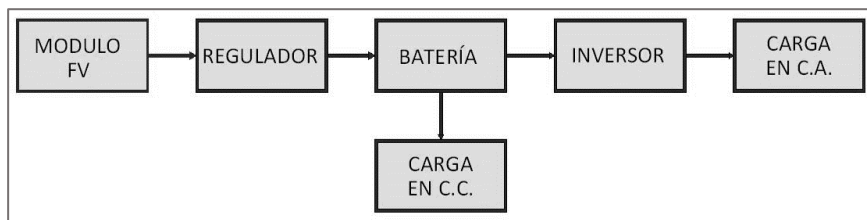


Figura 5. Diagrama de bloques Sistema Fotovoltaico. Tomada de [SAECSA, 2009]

## Funcionamiento de una Celda Fotovoltaica

Generalmente estas celdas están hechas a partir de silicio monocristalino o policristalino; lo cual determina su eficiencia, como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 3. Tecnología para celdas fotovoltaicas.

Tecnología	Película delgada		Oblea Cristalina	
	Silicio amorfo	Diseleniuro de Indio y Cobre (CIS)	Multicristalina	Monocristalina
Eficiencia del módulo	6 – 7 %	10 – 11 %	12 – 14 %	13 – 15 %
Área requerida por kWp	15 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	7 m <sup>2</sup>

Tomada de [SAECSA, 2009]

## Curva Característica de Funcionamiento de una Celda

Las condiciones óptimas de funcionamiento de una celda fotovoltaica se presentan cuando el producto de la intensidad de corriente eléctrica y la tensión es máximo, este punto óptimo recibe el nombre de potencia pico, en la siguiente gráfica se puede observar:

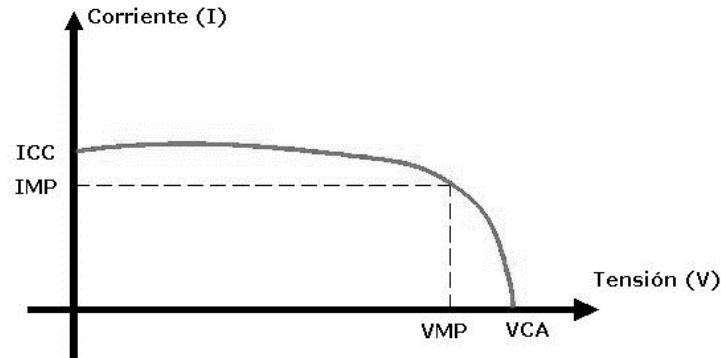


Figura 6. Curva Característica de funcionamiento de una celda. Tomada de [SAECSA, 2009]

En donde:

Corriente de cortocircuito ( $I_{CC}$ ): Máxima corriente que puede entregar un dispositivo, correspondiendo a tensión nula y consecuentemente a potencia nula.

Tensión de circuito abierto ( $V_{CA}$ ): Máxima tensión que puede entregar un dispositivo, correspondiendo a circulación de corriente nula y consecuentemente a potencia nula.

Potencia Pico ( $P_{MP}$ ): Es el máximo valor de potencia que puede entregar el dispositivo.

Corresponde al punto de la curva en el cual el producto  $V \times I$  es máximo,  $P_{MP} = V_{MP} \times I_{MP}$ .

Corriente a máxima potencia ( $I_{MP}$ ): Corriente que entrega el dispositivo a potencia máxima. Es la corriente nominal del panel solar.

Tensión a máxima potencia ( $V_{MP}$ ): tensión que entrega el dispositivo a potencia máxima. Es la tensión nominal del panel solar.

### Eficiencia de una Celda Fotovoltaica

Cuando se adquiere un panel solar comercial el fabricante en la hoja de características define una potencia máxima ( $P_{MP}$ ), la tensión y la corriente en el punto de máxima potencia ( $I_{MP}$  y  $V_{MP}$ ), corriente de cortocircuito ( $I_{CC}$ ) y tensión de circuito abierto ( $V_{CA}$ ) cuyas pruebas se realizan con una irradiancia, temperatura de la celda y masa del aire determinadas (bajo condiciones estándar  $1000 \text{ W/m}^2$ ,  $25^\circ\text{C}$  y AM 1,5). El rendimiento de las celdas fotovoltaicas depende de la radiación solar y la temperatura la cual por cada grado Celsius de aumento ocasiona en la potencia de salida de los módulos una reducción del 0.5%, con esto se hace necesario refrigerar el sistema de paneles solares para obtener una mejor eficiencia, pero por lo

general un sistema de refrigeración se usa cuando se calientan las celdas debido al aumento de la intensidad luminosa mediante lentes y espejos.

Luego la eficiencia de una celda fotovoltaica viene dada por la ecuación:

$$\eta = \frac{P_{MP}}{S * E}$$

Donde:

PMP = Potencia pico en W

S = Superficie de la celda en m<sup>2</sup>

E = Irradiancia en W/m<sup>2</sup>

### **Regulador de carga**

La función de un regulador de carga en un sistema fotovoltaico es el de proteger contra sobrecargas y descargas excesivas a las baterías existentes en el sistema por medio de la comparación entre la tensión de las baterías con una tensión de referencia.

### **Baterías o acumuladores**

La función de una batería en un sistema fotovoltaico es almacenar la energía eléctrica generada por los paneles solares o módulos fotovoltaicos durante los periodos de radiación solar para su posterior uso en horas nocturnas o periodos de tiempo nublados. Con la ayuda de un regulador de carga se puede evitar una sobrecarga o una descarga excesiva las cuales son perjudiciales en la vida útil de la batería.

### **El inversor**

La función del inversor en el sistema fotovoltaico es convertir la corriente continua generada por los paneles solares o acumulada en las baterías a corriente alterna para que pueda ser utilizada en iluminación, electrodomésticos y motores que funcionen con esta clase de corriente.

### 3.1.2. Análisis y descripción del proceso.

En esta sección del documento se analizarán los aspectos técnicos y de diseño de instalaciones fotovoltaicas generales además de ver una metodología a seguir para el diseño y dimensionamiento de esta misma.

#### **Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica**

A continuación se darán los principales lineamientos para el dimensionamiento de los elementos que componen un sistema solar fotovoltaico.

#### **Dimensionamiento de los Paneles Solares**

Ahora se verán las principales características a definir al momento de dimensionar e instalar los paneles solares.

#### **Inclinación de los Paneles Solares**

El valor de irradiación que incide sobre un módulo fotovoltaico depende de la inclinación que adopte el panel y por lo tanto del ángulo de incidencia  $\theta$  entre la normal a la superficie del módulo y el haz de radiación solar.

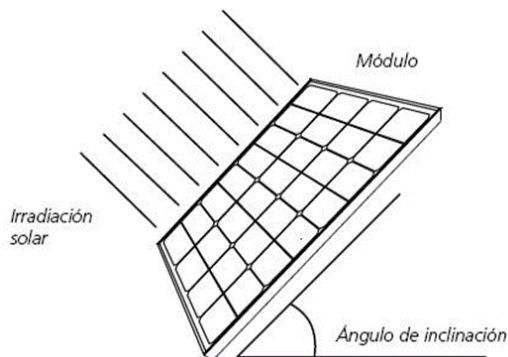


Figura 7. Ángulo de inclinación módulo fotovoltaico. Tomada de Lorentz, 2009

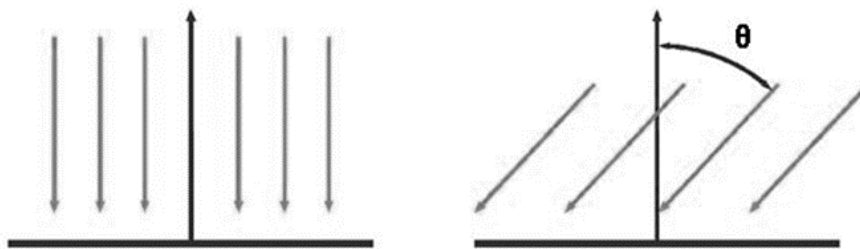


Figura 8. Ángulo de incidencia de radiación solar sobre un panel. Tomada de [SAECSA, 2009]

### **Orientación de los Paneles Solares**

En países del hemisferio norte la orientación debe ser directamente hacia el sur, en los países del hemisferio sur la orientación debe ser directamente hacia el norte. Las desviaciones hacia el oriente o hacia el occidente (medidos a partir del sur o del norte dependiendo de la ubicación del lugar) en un ángulo no mayor a 30° hacen que el valor de irradiación diaria disminuya en un valor inferior al 5%; si la desviación es mayor a 30° las pérdidas de irradiación pueden ser considerables.

### **Aporte Diario de Paneles Solares**

Los fabricantes de paneles solares en la hoja de características nominales suministran la intensidad de corriente que proporcionan sus paneles a una irradiancia de 1000 W/m<sup>2</sup> y 25 °C de temperatura en el panel y masa de aire de 1,5. Por ejemplo un panel solar de 15 V y 4 A (60 Wp) sometido a una irradiancia de 500 W/m<sup>2</sup> proporcionará una intensidad de corriente de 2 A, así para la ciudad de Neiva donde la irradiación solar global promedio diario es de 3,75 kWh/m<sup>2</sup> el aporte de este panel en A \* h diario será:

$$\frac{3,75 \text{ kWh/m}^2 \text{ diario} * 4 \text{ A}}{1 \text{ kW/m}^2} = 15 \text{ A} * h \text{ diario}$$

### **Número de Paneles Solares**

El número de paneles solares necesarios para la instalación fotovoltaica se puede determinar conociendo el aporte individual de cada panel y el valor de la carga eléctrica en A \* h diario que se necesita suplir, es decir el consumo medio diario del lugar en el cual se va a colocar el sistema fotovoltaico, para esto se consulta el consumo individual y el tiempo de funcionamiento de cada equipo, electrodoméstico y lámpara que se va a conectar a la instalación fotovoltaica; se debe tener en cuenta que este consumo en A \* h es en corriente continua (CC), y en caso de tener cargas en corriente alterna (CA) acopladas mediante un inversor se debe hallar el equivalente en corriente continua mediante la fórmula:

$$I_{DC} = \frac{V_{AC} * I_{AC}}{V_{DC} * \eta}$$

Donde  $\eta$  es el rendimiento del inversor.

Ya teniendo la carga total diaria en A \* h se halla el número de paneles necesario, como un factor de seguridad se agrega un 40%, para cubrir las pérdidas y garantizar la carga de las baterías después de un período de baja radiación.

$$Np = 1,4 * \frac{\text{Consumo medio diario en } A * h}{\text{Aporte de un panel en } A * h \text{ diario}}$$

O bien trabajando con potencias:

$$Np = 1,4 * \frac{\text{Consumo medio diario en kWh día}}{\eta * \text{Aporte de un panel en kWh día}}$$

Donde el consumo medio diario en kWh día es el consumo de la carga en AC.

Luego para un consumo medio diario de 100 A \* h y con 15 A \* h de aporte diario de cada panel, el número de paneles necesario es de:

$$Np = 1,4 * \frac{100 \text{ A * h diario}}{15 \text{ A * h diario}} = 9,33 \quad \text{Paneles} \cong 10 \text{ paneles}$$

### Distancia entre Paneles

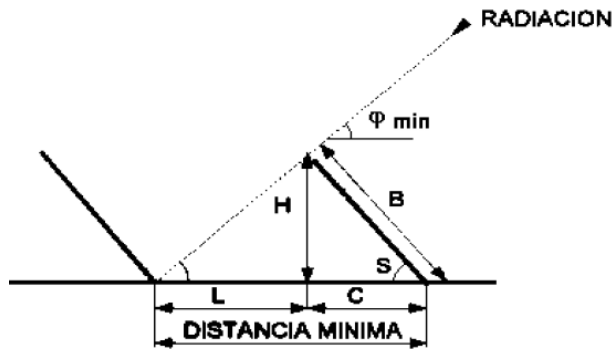


Figura 9. Distancia mínima entre paneles. Construcción del autor

La distancia mínima se determina de la siguiente forma:

$$\tan \varphi_{min} = \frac{H}{L} = \frac{B * \sin S}{DISTANCIA MINIMA - B * \cos S}$$

$$DISTANCIA MINIMA = B * \cos S + \frac{B * \sin S}{\tan \varphi_{min}}$$

Dónde:

S = inclinación del panel

B = longitud del panel

φ<sub>min</sub> = ángulo mínimo de incidencia entre el haz de radiación y la horizontal



### **Estructura de Soporte y Anclaje**

La función de la estructura de soporte es mantener los paneles solares fijos en la inclinación y orientación elegida. Es muy importante tener un buen sistema de sujeción de los paneles, pues al ser estos ligeros pueden ser arrastrados por la fuerza del viento, la estructura debe soportar vientos de 120 km/h, también facilitar una altura mínima del panel al suelo de 30 cm.

### **Capacidad de la Batería**

La capacidad de la batería se determina con la siguiente ecuación:

$$C = Csa + Ca$$

Donde Csa es la capacidad de la batería en A \* h sin tener en cuenta la descarga y Ca es la auto descarga en A \* h, las cuales se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$Csa = \frac{(\text{Consumo medio diario en A * h}) * (\text{Número de días de autonomía})}{\text{Profundidad de descarga}}$$

La auto descarga en A \* h se calcula de la siguiente forma:

$$Ca = \frac{(Csa) * (\text{Número de días de autonomía}) * (\text{Autodescarga mensual})}{30}$$

El número 30 de la anterior ecuación corresponde a los días del mes. Si Ca equivale a menos del 5% de Csa, se puede despreciar.

Para hallar la capacidad de una batería de 12 V que presenta una profundidad de descarga del 70% y un porcentaje de auto descarga de 5% mensual, donde exista un consumo medio diario de 100 A \* h y sea necesario una autonomía de 4 días, se procede de la siguiente manera:

$$Csa = \frac{(100 \text{ A * h}) * (4)}{0,7} = 571,43 \text{ A * h}$$

$$Ca = \frac{(571,43 \text{ A * h}) * (4) * (0,05)}{30} = 3,81 \text{ A * h}$$

$$C = Csa + Ca = 571,43 \text{ A * h} + 3,81 \text{ A * h} = 575,24 \text{ A * h}$$

Luego se puede escoger una batería o banco de baterías de 12 V y una capacidad de 575,24 A \* h o el valor más cercano comercialmente como 600 A \* h (RIBOT, 1995).

### **Diseño del Banco de Baterías**

Al tener la capacidad nominal de la batería que se va a utilizar, así como su tensión nominal y el número de baterías necesarias se debe confrontar la tensión nominal de la batería con la tensión nominal del sistema en DC para determinar el número de baterías que van a ser conectadas en serie así como también la cantidad de grupos de baterías en serie que van a existir.

### **Regulador de Carga**

Los principales factores para escoger un regulador de carga son la tensión nominal y la capacidad de corriente, si se tiene un sistema fotovoltaico de 12 V con 8 paneles en paralelo, cada uno con una corriente de cortocircuito de 4,7 A se procede de la siguiente forma sin olvidar el factor de seguridad de 1,25 A para manejar la corriente excesiva ocasional:

$$I_{regulador} = 1,25 * I_{CC} * NPR$$

Dónde:

NPR = número de paneles conectados al regulador.

$$I_{regulador} = 1,25 * 8 * 4,7 = 47 A$$

Por lo que se puede escoger un regulador de carga de 47 A o el siguiente en capacidad que exista en el mercado a una tensión nominal de 12 V.

### **Inversor**

Para el dimensionamiento del inversor se deben sumar todas las potencias nominales de las cargas que puedan funcionar al mismo tiempo y después multiplicar esa potencia por un factor de seguridad de 1,25 para situaciones no previstas como aumento de la demanda.

Si se tiene una potencia máxima instantánea de 1,2 kW la potencia de régimen del inversor se puede calcular como:

$$P_{régimen} = 1,25 * Carga_{pico} \quad P_{régimen} = 1,25 * 1,2 kW = 1,5 kW$$

Es importante saber el tipo de carga que se tiene en la instalación para seleccionar un inversor con una forma de onda senoidal modificada o senoidal pura ya que este último tiene un precio elevado.

### **Sistemas de Protección**

Se debe instalar interruptores aisladores de circuitos (circuit breakers) y fusibles apropiados, estos pueden o no estar incluidos dentro de la caja del regulador.

Los conjuntos fotovoltaicos instalados en el tejado deben tener protección contra fallas a tierra para reducir el riesgo de incendio. El circuito de protección contra fallas a tierra debe ser capaz de detectar una falla a tierra, abrir el circuito y desactivar el conjunto (Art. 690-5 Norma NTC 2050).

Los fusibles e interruptores o interruptores automáticos deben cumplir con los Artículos 690-16 y 690-17 de la Norma NTC 2050 respectivamente.

Los medios de desconexión de los conductores no puestos a tierra deben consistir en uno o varios interruptores o interruptores automáticos accionables manualmente

### **Sistema de Puesta a Tierra**

Según el Artículo 690-41 de la Norma NTC 2050 en todas las fuentes de energía fotovoltaica debe haber un conductor de un sistema bifilar de más de 50 V nominales y el conductor del neutro de un sistema trifilar que estén sólidamente puestos a tierra.

La instalación del electrodo del sistema de puesta a tierra debe cumplir con los Artículos 250-81 a 250-86 de la Norma NTC 2050.

### **Mantenimiento de la Instalación Fotovoltaica**

Se debe realizar un mantenimiento preventivo de la instalación 3 veces al año para detectar y corregir pequeños problemas de componentes eléctricos y mecánicos antes de que se pueda presentar una falla total en la operación del sistema. La revisión se puede realizar por medio de un multímetro y de observación:

- Revisar todas las conexiones del sistema, tener especial cuidado con la corrosión.
- Revisar continuidad del cableado.
- Verificar el nivel de gravedad específica del electrolito en la batería de acuerdo con las recomendaciones del fabricante después de una recarga completa al banco de baterías.
- Observar el nivel de electrolito en cada vaso de la batería y llenar hasta el nivel adecuado cerciorándose de que las placas estén siempre sumergidas.
- Inspeccionar ventilación apropiada de las baterías, verificar que no hayan conexiones sueltas ni corrosión, engrasar bornes de las baterías con regularidad.
- Tomar muestras de la tensión de cada batería bajo carga, si se presenta una diferencia de tensión en una batería mayor al 10% del promedio de tensión de las demás baterías ésta tiene un problema y se debe consultar al fabricante o distribuidor.

- Realizar mediciones de corriente y tensión en los módulos, preferiblemente en condiciones cercanas a  $I_{MP}$  y  $V_{MP}$ .
- Revisar el sistema de cableado, especialmente el que está expuesto a la intemperie al sol y a la corrosión, ya que si se forman grietas en el cableado se puede presentar pérdidas de energía.
- Inspeccionar que las cajas de conexiones de los paneles, reguladores e inversores estén correctamente selladas.
- Verificar que la estructura de soporte y anclaje de los módulos se encuentre en buen estado, sin corrosión y sin piezas flojas o sueltas.
- Inspeccionar el estado de los módulos y verificar si hay celdas rotas o descoloradas. En caso de módulos rotos reemplazarlos inmediatamente.
- Revisar la operación de los interruptores y fusibles como también el estado de los contactos y fusibles corroborando que no se presente corrosión.

### **Opciones de diseño del sistema**

Cuando se habla del diseño del sistema, se trata de definir la dimensión de sus elementos, cantidad, capacidad y finalidad.

Para este estudio EL COLEGIO “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA se realizará el análisis para las zonas de más alto consumo, ya que esta carga es la que está elevando los costos por energía eléctrica comercial, luego se hará la proyección de carga para los aires acondicionados que se requieren alimentar dejando un dimensionamiento de equipos requeridos. Se propondrá diferentes alternativas de solución en sistemas solares PV (Fotovoltaicos).

Las opciones de diseño del sistema básicamente varían de acuerdo a la finalidad que se desee, y para efectos de este proyecto se encuentran dos opciones principales:

- a) Un sistema PV Grid Tie que cubra únicamente la carga adicional generada por equipos de aire acondicionado o la carga equivalente a las zonas de mayor consumo de acuerdo a estudio de cargas.
- b) Un sistema PV individual para cada equipo de aire acondicionado adicional instalado (Sistema PV Por Kit).

### **Metodología de diseño del sistema**

Para mostrar la metodología de diseño de un sistema fotovoltaico se hará el diseño de la aplicación para EL COLEGIO “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA, el cual se

acomoda a las características de tener un área de techo considerable del cual los detalles se irán mostrando a medida que se haga el dimensionamiento y la visita técnica, se hará análisis de carga y se diseñara la primera fase para el área donde se estima que el consumo de energía eléctrica es mayor.

A continuación se mostraran los pasos a seguir para hacer el diseño del sistema FV para el colegio mencionado.

### **Análisis Energético**

Cuando se habla de análisis energético se trata de definir la carga que se va a suplir con el sistema FV basándose en la disponibilidad energética solar que haya y el consumo del sistema a suplir.

### **Energía Consumida**

En sistemas FV es necesario tener un registro o estimación de la energía consumida lo más exacto posible para cuestiones de dimensionamiento de los elementos del mismo, esto en el caso de alimentar todas las zonas comunes desde nuestro sistema FV.

La energía consumida se obtiene realizando la integral o para este caso la sumatoria del consumo horario de cada curva. Entonces de las curvas se obtienen los datos de la tabla 11.

Otra forma de obtener el consumo es mediante la facturación del servicio de energía eléctrica actual. Es una medición exacta del total del consumo, pero su desventaja radica en que no discrimina que áreas o circuitos presentan el mayor impacto en el consumo por lo que esta metodología requiere ser complementada con el análisis de cargas.

Para el Cambio de la subestación. La institución realizó un estudio de cargas a través de un tercero para Electrohuila (Ing. Gonzalez Garcia Oscar, 2016) del cual se analizaron planos “as built” y cuadros de carga por circuitos y del cual se extrajo la información consignada en la Tabla 4. El Estudio completo de Cargas puede verse en el Anexo 1.

Tabla 4. Análisis de Cargas Gimnasio La Fragua

RESUMEN CUADRO CARGAS					
#	AREA	Consumo Max KWh/mes	Cont #	AREA	Consumo Max KWh/mes
1	COCINA / REST	2179.144	22	Of. Auxiliar	186.56
2	Corredores	79.2	23	rectoria/Baño	340.71488
3	Exterior	918.368	24	Baño Admin.	0.825
4	Salon Clases 1	246.51	25	Salón Clases 11	584.0384
5	Salón Clases 2	247.5	26	Salón Clases 12	528.2552
6	Salón Clases 3	528.7612	27	Salón Clases 13	527.2652
7	Salón Clases 4	521.8312	28	Salón Clases 14	527.5952
8	Salón Clases 5	529.0912	29	Salón Clases 15	527.5952
9	Salón Clases 6	521.8312	30	Lab Física	30.9738
10	Salón Clases 7	529.0912	31	Lab Quimica	92.8488
11	Baño 1	19.8	32	Papeleria	173.8176
12	Baño 2	19.8	33	Deposito	10.1376
13	Cuarto IT/Comm	976.1664	34	Cuarto Auxiliar	6.6
14	Of. Psicol.	141.878	35	Of. Estudiantes	160.3448
15	Salón Clases 8	572.2508	36	Of. Auxiliar	289.0976
16	Salón Clases 9	527.5952	37	Sala Docentes	2858.02
17	Salón Clases 10	527.9252	38	Salón Clases 16	397.6104
18	Sala Consulta	468.2128	39	Salón Clases 17	219.7404
19	Sala Sistemas	680.46	40	Auditorio	64.526
20	Of. Administrat.	1024.232	41	Salón Clases 18	279.1404
21	Ger. Administrat	186.56	42	Salón Clases 19	279.1404
			43	Salón Clases 20	219.7404
			44	Baños 2	3.96
			<b>MAX TOTAL</b>	<b>19754.75568</b>	

Construcción del autor

Según el estudio de Cargas, el consumo pico de la institución es de 19754.8 KWh/mes, lo que significa un requerimiento en potencia promedio de alrededor de 28KW. Sin embargo, esta cantidad se tiene únicamente como referencia ya que este caso se daría solo si TODOS los equipos funcionaran simultáneamente y durante las 24 Horas del día, durante 30 días al mes. Este estado se denomina como Carga Máxima. Sin embargo, el horario habitual de la institución es de solo 10 horas al día (6:00-16:00 horas) con luz día y durante los meses de Diciembre-Enero y Junio-Julio, la mayoría del personal se encuentra en Vacaciones por lo que el consumo de energía eléctrica de la institución tiene unos patrones cíclicos en el tiempo. Sin embargo, mediante los consumos por facturación, puede determinarse un promedio real, ACTUAL de 10000 a 11000 KWh/mes. Se prevé que para cuando todas las aulas de clase tengan aires acondicionados instalados, el consumo de incremento a 22000 KWh/mes.

### **Disponibilidad Energética**

Ahora se verá cuanta energía puede llegar a generarse en el colegio Esta capacidad depende del área que se tenga disponible para usar tanto como del tipo de panel que se vaya a usar.

- a) **Área Disponible:** Se puede considerar como área disponible para uso en la instalación de paneles fotovoltaicos toda aquella zona del techo o azotea que no esté siendo utilizada para otros fines.
- b) **Tipo de Panel Usado:** Se escoge un panel policristalino (por su eficiencia aproximada 16 % y por presentar un precio por Wp bajo) con dimensiones aproximadas de 1.95 m<sup>2</sup> y potencia nominal de 320 Wp (a radiación de 1000 W/m<sup>2</sup>)  $\pm 5\%$ .

El número de paneles dependerá del tipo de panel (diferentes materiales tiene diferentes eficiencias- relación W/m<sup>2</sup>) y del área que se requiere cubrir con ellos para desarrollar la Potencia requerida con el brillo e intensidad solar de la zona.

De acuerdo al estudio de Cargas y al consumo real promedio de la institución:

- Consumo Real Actual promedio: 10930KWh/mes
- Consumo Máximo promedio proyectado: 22000KWh/mes
- Impacto en el consumo a Mitigar: Mínimo 10000 KWh/mes
- Porcentaje diario de funcionamiento del sistema: 40%
- Radiación solar Neiva: 4.8h/m<sup>2</sup>/día
- Perdidas de potencia por Suciedad de paneles y dispersión de Luz: 5%

Se calcula la capacidad del sistema, que deberá eliminar el impacto producido por la instalación de equipos de Aire acondicionado:

$$\frac{10000KWh}{mes} * 0.4 = \frac{4000KWh}{30 \frac{dias}{mes}} = 133.33KWh/dia$$

El Sistema deberá tener una capacidad mínima de:

$$C = \frac{133.33 \frac{KWh}{dia}}{4.8 \frac{KWh}{KWhm^2}/dia} = 27KW-m^2 \sim 30KWm^2$$

Para un sistema de 30KW, incluyendo pérdidas del 5%. Se requerirán aproximadamente 113 paneles de 320Wp y 1.95m<sup>2</sup>, que ocuparían un área total de 220.4 m<sup>2</sup>.

### **Banco de Baterías**

Debido que la Institución, se asume que operará únicamente durante el día, no hay requerimiento de banco de baterías de almacenamiento para operación nocturna. Sin embargo, se requerirá al menos una batería con capacidad suficiente para alimentar el cuarto de comunicaciones (UPS y servidores).

**a) Tipo de Batería Seleccionada:** Batería estacionaria abierta, bajo mantenimiento, de 12 V y 150 Ah, Se selecciona esta batería porque el sistema estará bajo continua supervisión además de ser el un tipo de batería económico respecto a otros.

### **b) Capacidad del Banco de Baterías**

Para dimensionar el banco de baterías en la instalación fotovoltaica es necesario calcular la corriente que la carga en AC va a tomar de la batería con la fórmula:

$$I_{DC} = \frac{V_{AC} * I_{AC}}{V_{DC} * \eta} = \frac{P_{AC} / \cos \varphi}{V_{DC} * \eta}$$

$V_{DC}=12\text{ V}$  Tensión Nominal de la Batería

$\eta=0,85$  Eficiencia del Inversor

$\cos\varphi=0,9$  Factor de potencia

### **Regulador de Carga**

La corriente de cortocircuito de los paneles solares utilizados es de 8,58 A. Luego el dimensionamiento del regulador o de los reguladores se hace de la siguiente manera teniendo en cuenta lo visto en la ecuación (5.9)... Véase el numeral 5.2.4...:

$$I_{regulador} = 1,25 * 8,58 * NPR$$

Dónde:

NPR = número de paneles conectados al regulador.

Se pueden hacer diferentes arreglos de reguladores, ya sea uno individual o varios en paralelo para cierto número de paneles, una determinada zona de carga o la totalidad de la carga.

### **Inversor de Corriente**

El Inversor deberá tener una capacidad de 30KW mínimo si es tipo Grid Tie, o de acuerdo a la capacidad requerida para el área a intervenir según la tabla 11.



### **3.1.3. Definición del tamaño y Localización en del proyecto.**

El tamaño del proyecto se tendrá en la visita técnica, El Colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua está compuesto por 373 Estudiantes, 43 Docentes y el personal Administrativo y de contratistas que son alrededor de 40, para un total aproximado de 456 personas de todos los estratos socioeconómicos de la Ciudad de Neiva y Alrededores que realizan sus labores de Lunes a Viernes en los horarios de 6:30 am a 4:00 pm durante los meses Febrero-Junio y Agosto- Noviembre en una infraestructura compuesta por 22 salones de clase, 7 espacios de Oficina, Restaurante/cocina, Cafetería, 2 Laboratorios, Aulas de consulta, Auditorio, depósitos, una Capilla y varios espacios de recreación como 2 canchas de Futbol, un coliseo, parque infantil y amplias zonas verdes. La localización de la fase inicial se hará en la visita técnica

### **3.1.4. Requerimiento para el desarrollo del proyecto (equipos, infraestructuras, personal e insumos)**

Todo sistema fotovoltaico que funcione en Colombia debe cumplir con las características técnicas exigidas en el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 y con los requerimientos de seguridad del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. Adicionalmente existe una Norma Técnica Universal para Sistemas Fotovoltaicos Domésticos que es una recopilación de normas de diferentes países entre los cuales se encuentran Francia, Alemania, España, India, USA, Brasil y México entre otros.

### **Código eléctrico colombiano NTC 2050**

Las disposiciones de la Sección 690 de la NTC 2050 Sección 690. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS se aplican a los sistemas fotovoltaicos de generación de energía eléctrica, incluidos los circuitos eléctricos, unidad o unidades de regulación y controladores de dichos sistemas. Los sistemas solares fotovoltaicos a los que se refiere esta Sección pueden estar interconectados con otras fuentes de generación de energía eléctrica o ser autónomos y tener o no acumuladores. La salida de estos sistemas puede ser de corriente continua o de corriente alterna (ICONTEC NTC 2050).

Los literales que se tratan en esta sección son los siguientes:

- A. Generalidades: Artículos 690-1 a 690-5
- B. Requisitos de los Circuitos: Artículos 690-7 a 690-9

- C. Medios de Desconexión: Art. 690-13 a 690-18
- D. Métodos de Alambrado: Art. 690-31 a 690-34
- E. Puesta a Tierra: Art. 690-41 a 690-47
- F. Rotulado: Art. 690-51 a 690-52
- G. Conexión a Otras Fuentes de Energía: Art. 690-61 a 690-64
- H. Baterías de Acumuladores: Art. 690-71 a 690-74

Los sistemas solares fotovoltaicos que funcionen interconectados a otras fuentes de generación de energía eléctrica se deben instalar de acuerdo con lo establecido en la Sección 705. Fuentes de Generación de Energía Eléctrica Interconectadas.

### **Requisitos de la instalación según norma técnica universal para sistemas fotovoltaicos domésticos**

Dado que la mayoría de los sistemas fotovoltaicos de hoy en día se hacen para aplicaciones domesticas se hace necesario dar una mirada a esta normatividad para tener una idea de los lineamientos a seguir a la hora de una implementación en un centro comercial. A continuación, se darán los requerimientos que exige la norma técnica universal para sistemas fotovoltaicos domésticos.

#### **Requisitos del Sistema**

- Tanto la batería (si hubiere) como el regulador de carga deben estar protegidos contra sobre corrientes y corrientes de cortocircuito por medio de fusibles, diodos, etc. Las protecciones deben afectar tanto a la línea del generador fotovoltaico como a la línea de las cargas.
- Los módulos fotovoltaicos, baterías y reguladores de carga deberán estar debidamente etiquetados.
- El sistema deberá estar protegido a tierra contra descargas.
- El sistema deberá cumplir con la regulación técnica dictada por la CREG y la UPME y No deberá entregar excedentes a la Red de interconexión. Por lo que debe tenerse en cuenta esta restricción en el diseño.

### **Requisitos de los Módulos Fotovoltaicos**

- Los módulos fotovoltaicos deben cumplir con las pruebas standard de ciclaje térmico, humedad, carga de viento y aislamiento eléctrico entre otras, especificadas en la norma internacional IEC 61215.
- Tanto los módulos fotovoltaicos como los equipos deberán proveerse de fuentes libres de conflictos de explotación laboral y/o trabajo infantil y esto debe estar certificado por los fabricantes de los equipos.

### **Requisitos de la Estructura de Soporte**

- Las estructuras de soporte deben ser capaces de resistir, como mínimo, 30 años de exposición a la intemperie sin corrosión o fatiga apreciables.
- En el caso de módulos fotovoltaicos con marco, su fijación a los soportes solo puede realizarse mediante elementos (tornillos, tuercas, arandelas, etc.) de acero inoxidable.
- Los materiales a utilizar deberán ser 100% reciclables.

### **Requisitos de la Batería**

- Las baterías deben cumplir con la norma IEC 896-2, al momento de su instalación deben estar libres de daños físicos y sus terminales no deben presentar deformaciones ni desajustes.
- La capacidad nominal de la batería expresada en Ah no debe exceder en 40 veces la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico (medida en las denominadas condiciones estándar: irradiancia igual a  $1000 \text{ W/m}^2$  y temperatura de celda igual a  $25^\circ \text{C}$ )
- Deben hacerse las provisiones necesarias para asegurar que la capacidad inicial de las baterías puestas en operación no difiere en más del 95 % del valor nominal.
- La auto descarga de las baterías a  $25^\circ \text{C}$ , no debe exceder el 6% de su capacidad nominal por mes.

### **Requisitos del Regulador de Carga**

- Debe haber protección contra descargas profundas.
- Los voltajes de desconexión, reconexión y alarma deben tener una precisión de  $\pm 1\%$  ( $\pm 120 \text{ mV}$ /batería de 12 V) y permanecer constantes en todo el rango de posible variación de la temperatura ambiente.

- La “tensión de corte superior” y la “tensión de reconexión de recarga” deben tener una precisión del 1% ( $\pm 120$  mV para 12 V batería).
- Si se utilizan relés electromecánicos, la tensión de reconexión de recarga debe retardarse entre 1 y 5 minutos.
- Todos los terminales del regulador deben poder acomodar fácilmente cables de, al menos, 4 mm<sup>2</sup> de sección.
- Las caídas internas de tensión del regulador, entre los terminales de la batería y los del generador, deben ser inferiores al 4 % de la tensión nominal ( $\leq 0,5$  V para 12 V), en las peores condiciones de operación, es decir, con todas las cargas apagadas y con la máxima corriente procedente del generador fotovoltaico.
- Las caídas internas de tensión del regulador, entre los terminales de la batería y los del consumo, deben ser inferiores al 4 % del voltaje nominal. ( $\leq 0,5$  V para 12 V) en las peores condiciones de operación, es decir, con todas las cargas encendidas y sin corriente alguna procedente del generador fotovoltaico.
- Deben proveerse protecciones contra corrientes inversas (diodos de bloqueo).
- El regulador de carga debe ser capaz de resistir cualquier situación posible de operación “sin batería”, cuando el generador fotovoltaico opera en condiciones estándar de medida, y con cualquier condición de carga permitida.
- El regulador de carga debe también proteger a las cargas en cualquier situación posible de operación “sin batería”, como fue definida anteriormente, limitando el voltaje de salida a un máximo de 1,3 veces el valor nominal. (También se permite la total interrupción de la alimentación a las cargas).
- El regulador de carga debe resistir sin daño la siguiente condición de operación: temperatura ambiente 45°C, corriente de carga 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en las condiciones estándar de medida, y corriente de descarga 25% superior a la correspondiente a todas las cargas encendidas y al voltaje nominal de operación.
- El regulador de carga no debe producir interferencias en las radiofrecuencias en ninguna condición de operación.
- Cuando las cargas puedan ser utilizadas sin restricciones, porque el estado de carga de la batería es suficientemente elevado, se indicara con una señal de color verde.

- Cuando las cargas hayan sido desconectadas de la batería, porque el estado de carga es excesivamente bajo, se indicará con una señal de color rojo.

### **Requisitos del Cableado**

- Las secciones de los conductores deben ser tales que las caídas de tensión en ellos sean inferiores al 3% entre el generador fotovoltaico y el regulador de carga, inferiores al 1% entre la batería y el regulador de carga, e inferiores al 5% entre el regulador de carga y las cargas. Todos estos valores corresponden a la condición de máxima corriente.
- Sin perjuicio de la especificación anterior, las mínimas secciones de los cables en cada una de las líneas serán las siguientes: 2,5 mm<sup>2</sup> del generador fotovoltaico al regulador de carga y 4 mm<sup>2</sup> del regulador de carga a las baterías.
- Los cables externos deberán ser aptos para operar a la intemperie según la norma internacional IEC 60811 o la norma nacional para cables relevante en cada país.
- Todos los terminales de los cables deben permitir una conexión segura y mecánicamente fuerte. Deben tener una resistencia interna pequeña, que no permita caídas de tensión superiores al 0,5 % del voltaje nominal. Esta condición es aplicable a cada terminal en las condiciones de máxima corriente.
- Los terminales de los cables no deben favorecer la corrosión que se produce cuando hay contacto entre dos metales distintos.
- Los extremos de los cables de sección  $\geq 4 \text{ mm}^2$  deben estar dotados con terminales específicos y de cobre. Los extremos de los cables de sección  $\leq 2,5 \text{ mm}^2$  podrán retorcerse y estañarse para lograr una conexión adecuada.
- Los fusibles deben elegirse de modo tal que la máxima corriente de operación esté en el rango del 50 al 80% de la capacidad nominal del fusible.

### **Requisitos de la Instalación**

- La batería debe estar ubicada en un espacio bien ventilado y con acceso restringido.
- Deben tomarse precauciones para evitar el cortocircuito accidental de los terminales de la batería.
- El generador fotovoltaico debe estar libre de sombras durante por lo menos 8 horas diarias, centradas al mediodía, y a lo largo de todo el año.

- El diseño de las estructuras de soporte debe facilitar la limpieza de los módulos fotovoltaicos y la inspección de las cajas de conexión.
- El montaje de las estructuras de soporte debe preservar su resistencia a la fatiga, corrosión y efectos del viento.
- Si se permite el montaje en los tejados, deberá haber una separación de, por lo menos, 5 cm entre los módulos y el tejado o cubierta para permitir la circulación de aire.
- Si se permite el montaje en los tejados, las estructuras de soporte no deberán fijarse a las tejas o a las chapas, sino a las vigas del tejado u otro elemento de la estructura.
- El diseño de luminarias y reguladores de carga debe permitir el acceso con cierta facilidad a los fusibles y terminales de cables.
- No se permite conexión en paralelo de más de dos baterías.
- No se permite la conexión en paralelo de baterías diferentes.
- No se permite la conexión en paralelo de baterías nuevas y viejas.

### 3.1.5. Mapa de procesos de la organización con el proyecto implementado.

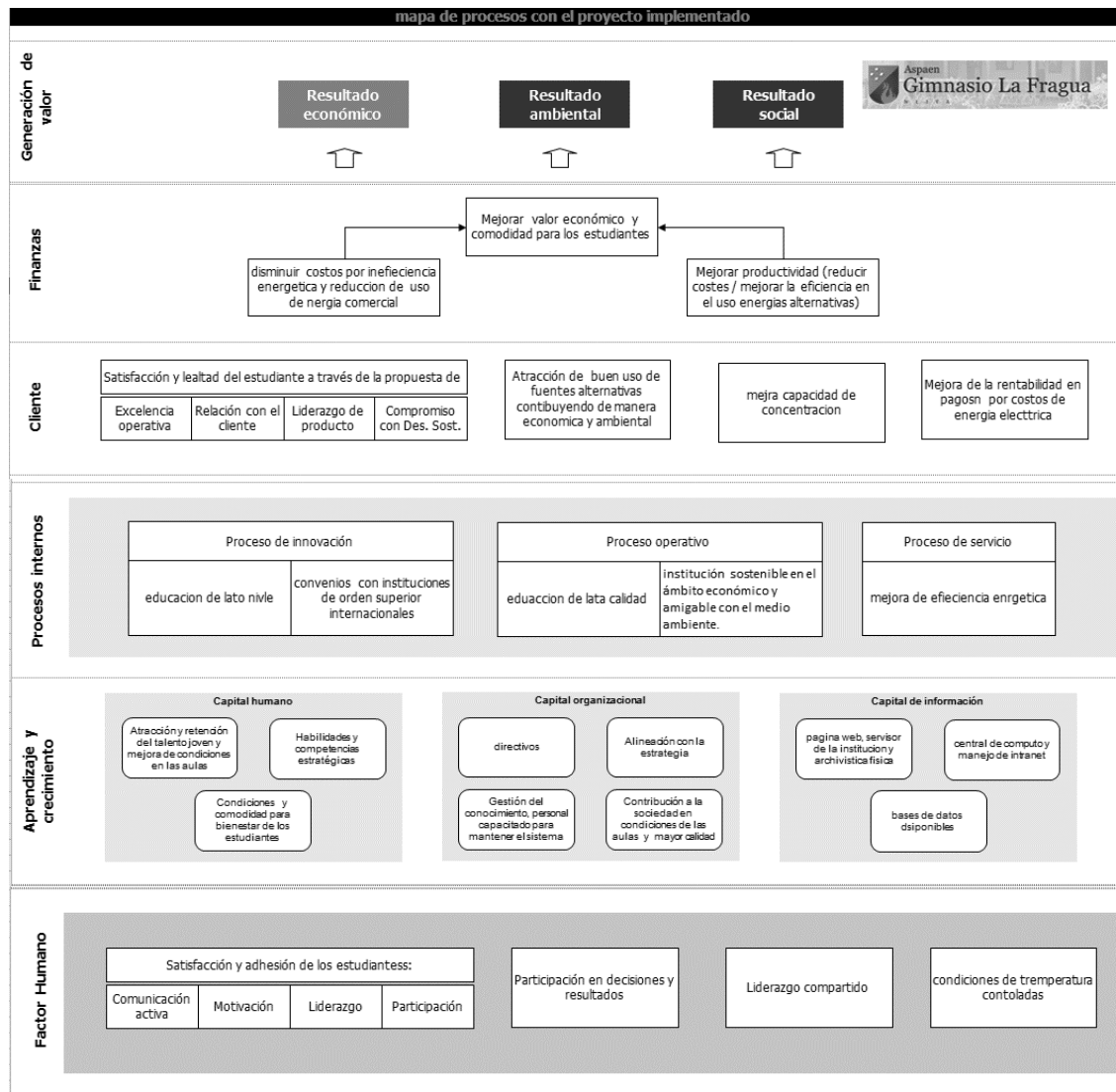


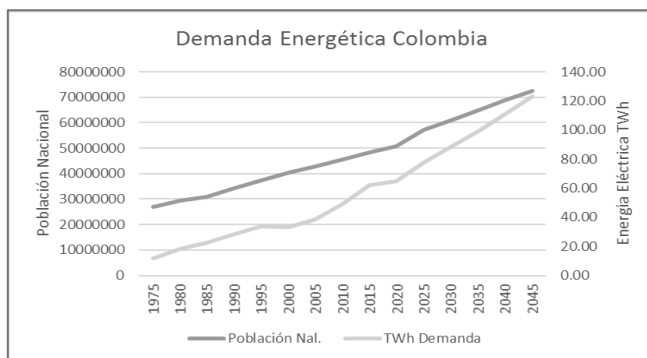
Figura 10. Mapa de procesos de la organización con el proyecto Implementado. Construcción del autor.

*Tomada de Google Earth*



### 3.2.2. Dimensionamiento de la demanda.

La demanda nacional de Energía tiene un crecimiento exponencial. Se estima que para 2045 la población colombiana este alrededor de los 70 Millones con un consumo energético cercano a los 120 TWh según datos de la OCDE, el consumo para 2015 fue de 62.8 TWh de los cuales según la unidad de planeación minero energética UPME, el 73.7% corresponde a fuentes hidroeléctricas, el 26% a combustibles fósiles y solo el 0.04% y 0.26% a generación solar y eólica respectivamente. Realizando proyecciones de acuerdo a la demanda proyectada por el DANE y a los datos históricos de la UPME y la OCDE, como se observa en la Gráfica 8, en 2045 la demanda energética nacional habrá superado los 100 TWh.



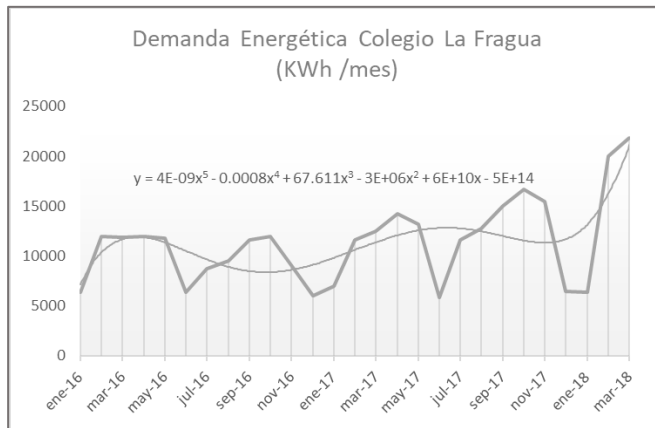
Gráfica 3. Proyección demanda energética Nacional. Tomada de UPME, OCDE, DANE

La demanda energética creciente, junto con otras variables económicas y ambientales, han llevado a la búsqueda de otras formas de energía alternativa sostenible, dentro de las que se destacan la Eólica y la solar, siendo esta última el propósito de solución de este proyecto para el Colegio La Fragua. Para este caso, tendremos en cuenta únicamente la demanda energética asociada a la institución.

Toda la infraestructura donde labora el personal Estudiantil, Docente, Administrativo y contratistas del Colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua tiene a su disposición equipo eléctrico y electrónico conectado a la Red eléctrica de distribución del colegio. Entre estos Equipos se encuentran: Luminaria interior y exterior, Centro de Datos (Servidores, UPS y equipo de red), Equipo de Oficina (Computadores, Monitores, Televisores, Teléfonos, Impresoras, Fotocopiadoras, UPS), Unidades de refrigeración (Neveras, Congeladores, Aire Acondicionado),

Equipo de laboratorio y Misceláneos (celulares, sonido, video). Todo este equipo eléctrico tiene un consumo que actualmente fluctúa entre los 6000 KWh /mes en temporada baja (Vacaciones) y 15300 KWh/mes en temporada pico. La información de la tabla 18 y la Gráfica 9, muestra el comportamiento actual y la proyección de la demanda energética del colegio durante el próximo año asumiendo los siguientes supuestos:

- La información de facturación de servicio eléctrico es correcta y su medición no ha sido alterada.
- Los Aires acondicionados pendientes por Instalar son en total 34 (2 por salón de clase), de  $P_t=24000$  BTU, Inverter EER=12.4,  $P_e=1.78$  KW. Y serán instalados a partir de Mar-2017.
- Los Aires adicionales solo operaran 9 horas al día y en los meses de actividad.



Gráfica 4. Demanda Energética de la Institución con proyección a un año. Construcción del autor.

Tabla 5. Demanda Energética Colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua

COMPORTAMIENTO / PROYECCION DEMANDA ENERGETICA LA FRAGUA						
TIEMPO	CONSUMO (kWh) act	AC Adicional	Consumo Adicional KWh /mes		TARIFA (\$/KWh) act	COSTO (COP, P. Act)
1	ene-16	6360	0	n/a	482.57	\$ 3,069,126.12
2	feb-16	11960	0	n/a	482.57	\$ 5,771,501.32
3	mar-16	11890	0	n/a	484.48	\$ 5,760,443.42
4	abr-16	11930	0	n/a	484.48	\$ 5,779,822.54
5	may-16	11790	0	n/a	484.48	\$ 5,711,995.62
6	jun-16	6400	0	n/a	421.30	\$ 2,696,345.60
7	jul-16	8700	0	n/a	421.30	\$ 3,665,344.80
8	ago-16	9480	0	n/a	421.30	\$ 3,993,961.92
9	sep-16	11640	0	n/a	442.31	\$ 5,148,477.92
10	oct-16	12000	0	n/a	442.31	\$ 5,307,709.20
11	nov-16	9120	0	n/a	442.31	\$ 4,033,858.99
12	dic-16	6000	0	n/a	450.38	\$ 2,702,284.80
13	ene-17	6960	0	n/a	450.38	\$ 3,134,650.37
14	feb-17	11640	0	n/a	436.70	\$ 5,083,188.00
15	mar-17	12503	2	613.161	439.65	\$ 5,496,992.36
16	abr-17	14230	2	1226.323	442.89	\$ 6,302,338.51
17	may-17	13158	2	1839.484	442.68	\$ 5,824,797.74
18	jun-17	5888	2	2452.645	442.48	\$ 2,605,321.15
19	jul-17	11592	2	3065.806	442.27	\$ 5,126,763.09
20	ago-17	12780	2	3678.968	442.07	\$ 5,649,548.65
21	sep-17	15001	2	4292.129	441.86	\$ 6,628,383.27
22	oct-17	16665	2	4905.290	441.66	\$ 7,360,392.99
23	nov-17	15459	2	5518.452	441.46	\$ 6,824,569.31
24	dic-17	6420	4	6744.774	441.25	\$ 2,832,829.75
25	ene-18	6403	4	7971.097	441.05	\$ 2,824,107.20
26	feb-18	20023	4	9197.419	440.84	\$ 8,826,807.71
27	mar-18	21802	4	10423.742	440.64	\$ 9,606,610.41

Construcción del autor

Para la proyección se utilizó el método de aproximación Polinómica de grado 5, puesto que los datos reales muestran un comportamiento oscilatorio creciente debido a las fluctuaciones entre temporadas de vacaciones y picos de actividad en el colegio. De la proyección se puede inferir:

- Cada nuevo equipo de aire acondicionado, incrementará el consumo en 306 KWh/mes, asumiendo las especificaciones mencionadas en los supuestos.
- Para cuando el último AC se haya instalado, el consumo energético se habrá aumentado en un 123%, sin tener en cuenta las pérdidas reactivas del sistema ni la sustitución de equipo eléctrico menos eficiente.

### 3.2.3. Dimensionamiento de la oferta

La Figura 11 muestra el mercado Global de Energía eléctrica donde se incluye las no renovables. Es fácil ver como las fuentes de energía no convencional de tipo renovable (Solar, Eólica) están desplazando al resto de formas de generación. Para este momento, el mercado de energía solar fotovoltaica está creciendo a razón de 43% /año y se espera que para el 2050 la energía Solar y Eólica generen el 90% del mercado mundial de Energía.

El crecimiento en la capacidad instalada de energía solar ha causado un descenso exponencial en los costos Globales de las celdas fotovoltaicas, tal y como se muestra en la Figura 12.

En Colombia, a pesar de tener una posición geográfica con brillo solar adecuado para la generación de energía solar fotovoltaica, el desarrollo e implementación de sistemas de este tipo ha sido rezagado con respecto al resto del mundo.

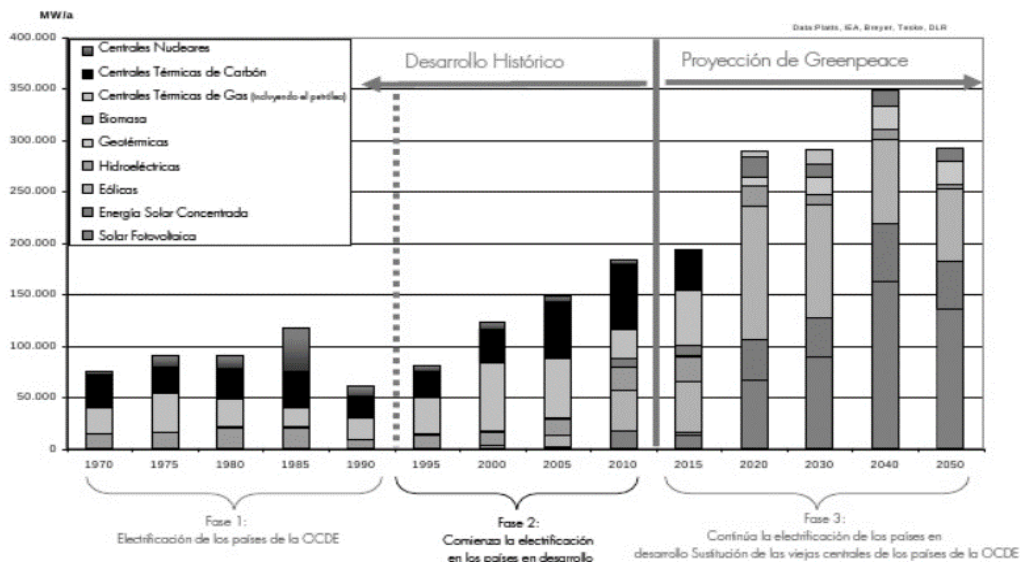
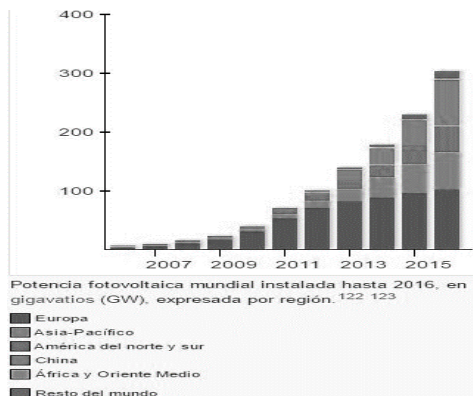
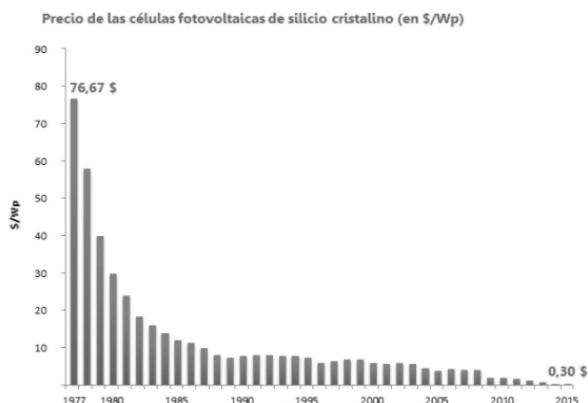


Figura 11. Mercado Global de Energía. Tomado de Greenpeace. "The silent energy"

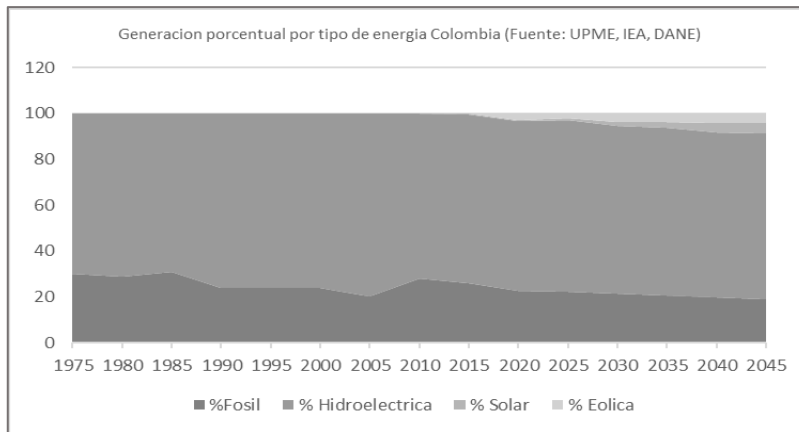


*Figura 12 Capacidad instalada (GW) de Energía solar Fotovoltaica por región. Tomada de: EPIA, Global market Outlook for photovoltaics 2014-2018.*



*Figura 13 Evolución Precio de celda fotovoltaica USD/Watt. Tomada de: Forbes Magazine, Solar Energy revolution: a massive opportunity, Sep-2014.*

El mercado colombiano actual e históricamente está liderado ampliamente por la generación hidroeléctrica según la IEA. (Gráfica 10) debido a la riqueza hidrográfica y topográfica. Solo hasta la década de los 80, empezó la implementación de sistemas con energía solar en Colombia y aún hoy tanto esta como la eólica representan del 0.2% al 0.4% del total de oferta energética en el País<sup>1</sup> donde la implementación ha sido únicamente a nivel focalizado en áreas rurales y urbanas para aplicaciones específicas como iluminación, plantas de bombeo en la industria agrícola, sistemas de comunicaciones y Aire acondicionado. La falta de oferta en Colombia, el desconocimiento de la tecnología, causa que a pesar que el mercado global de precios de sistemas de generación fotovoltaica va en descenso, los costos iniciales de implementación de estos sistemas en el país continúan siendo altos.

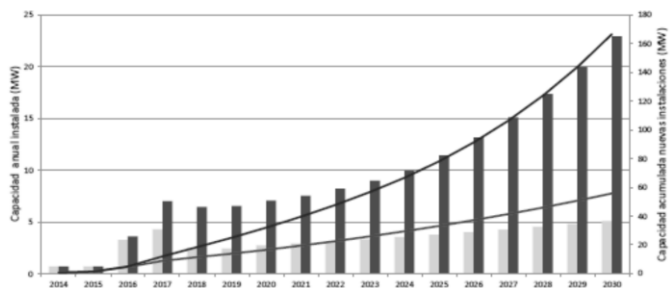


Gráfica 5. Proyección Generación eléctrica en Colombia. Tomada de UPME, IEA, DANE

La gráfica 7 muestra el comportamiento de la oferta eléctrica en el país hasta 2015 según informe de la Agencia internacional de energía (AIE) y proyectado a 2045 usando datos demográficos y porcentuales del DANE y la UPME respectivamente. En esta se puede notar como el mercado de energías Solar y Eólica se encuentra en su etapa inicial y como las tres energías limpias (Solar, Eólica e Hidroeléctrica) van disminuyendo la generación eléctrica mediante combustibles fósiles. Hoy en día, el mercado energético está dominado en un 73.7% por generación hidropotencial y tan solo un 0.04% y 0.26% para energías solar y eólica respectivamente. Para la década de 2040, se espera una desaceleración en el crecimiento de la generación por hidroeléctricas debido a la fuerte susceptibilidad de los embalses al cambio climático y a las prolongadas sequías. En cuanto a la Generación Eólica y Solar, actualmente hay un incremento muy lento debido a que es un mercado reciente en el país pero según proyecciones de la UPME<sup>2</sup>, debido a la implementación de políticas e incentivos de ley (Ley 1715 de 2014) que promueve la viabilidad y competitividad de este mercado, a partir del 2020 se espera un crecimiento exponencial de la capacidad instalada de energía solar Fotovoltaica (Gráfica 11) que predice para 2030 una capacidad de alrededor de 160 MW.

En el Huila específicamente, la generación fotovoltaica es ofrecida únicamente por proveedores e instaladores de sistemas de este tipo a nivel privado y a pequeña escala con aplicaciones específicas de tipo residencial, comercial e industrial pero no a Gran escala para venta de energía eléctrica.

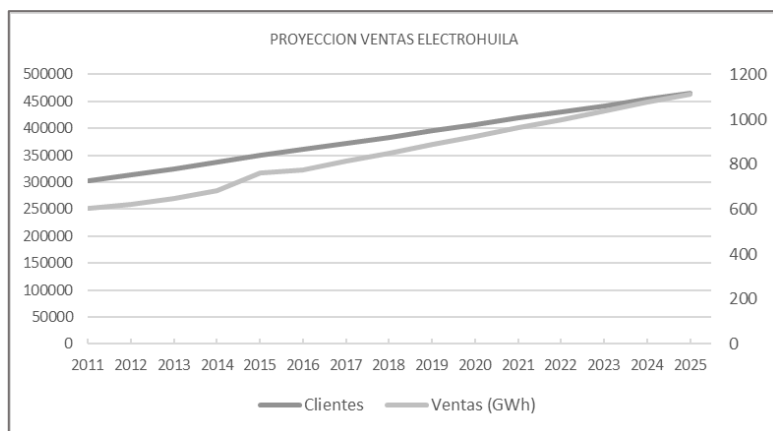
<sup>2</sup> UPME, Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Pág. 269.



Gráfica 6. Proyección de la instalación de energía solar FV en Colombia hasta 2030. Tomada de UPME

Tampoco hay estadísticas suficientes a nivel regional que puedan mostrar el comportamiento de la Oferta local. Sin embargo se destacan algunos proveedores locales que han logrado posicionarse en este naciente mercado de pequeña escala.

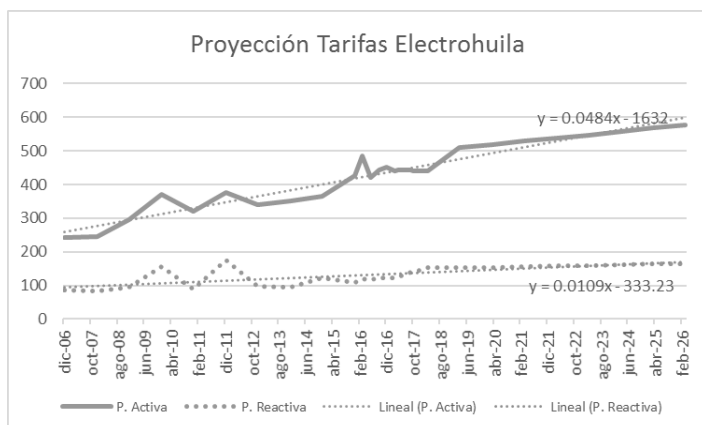
A gran escala, solamente presta el servicio la Electrificadora del Huila “ELECTROHUILA S.A E.S.P” mediante la generación, distribución y comercialización de la energía de tipo Hidroeléctrico. La Gráfica 12 muestra el comportamiento de Oferta / Demanda de Electrohuila y sus proyecciones a 2025.



Gráfica 7. Proyección Ventas Electrohuila. Tomada de Informe de gestión 2015 Electrohuila.

### 3.2.4. Precios

Los precios de energía eléctrica en Colombia y en el departamento del Huila están determinados principalmente por Electrohuila, la actual y única comercializadora del servicio de Energía eléctrica en la zona. La Gráfica 13, muestra una proyección de la tarifa de energía eléctrica en la categoría que actualmente paga el Colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua. Los datos se extrajeron de los recibos del servicio de energía y de la información tarifaria de Electrohuila. El cargo actual por Kilovatio-hora es en promedio de 440 pesos /KWh con un incremento anual de 21 pesos/KWh-Año.



Gráfica 8. Proyección de la tarifa de energía eléctrica de Electrohuila para la Categoría del Colegio La Fragua. Construcción del autor

En cuanto al costo de los Kit solares, se presentan los precios de dos de los actuales proveedores. Uno de ellos ubicado en la ciudad de Neiva y el otro en la Ciudad de Bogotá. No se ha tenido en cuenta el costo por transporte y viáticos del personal para efectos comparativos.

Tabla 6. Comparación proveedores Kit solar 300KWh

Proveedor	Costo Kit Solar*	Generación / Ahorro
	\$	(KWh/mes - Kit)
Colombia Energy	\$ 5,630,000.00	360
X-electric	\$ 6,231,000.00	320

\* precio referencia, (Paneles, Inversor/controlador, Baterías, gabinete, estructura y mano de obra).

Construcción del autor

Puesto que no hay información ni datos históricos suficientes que muestren el comportamiento de los equipos de energía solar en Colombia, no se pueden hacer proyecciones válidas. Sin embargo la Figura 14, muestra el comportamiento de los precios en los Estados unidos donde se ve una tendencia decreciente en estos.

### 3.2.5. Punto de equilibrio oferta-demanda.

La siguiente tabla muestra un resumen de la información del mercado Energético colombiano, extraída de la OCDE (IEA), UPME y el DANE y se proyectó hasta el 2045.

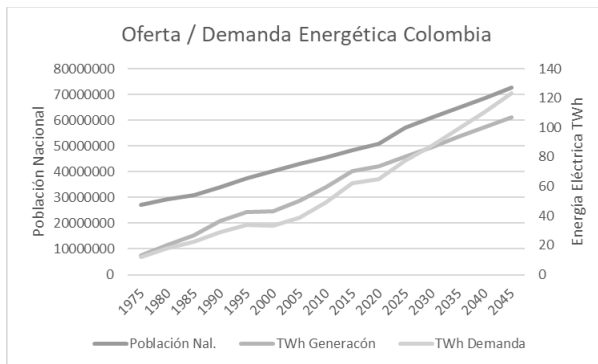


Tabla 7. Resumen Cifras mercado energético colombiano.

fuelle	DANE			OCDE					UPME		OCDE	
año	poblacion col	pobl huila	pobl neiva	Total generado /TWh	Renovables generado TWh	Renovables %	% HC	% hydro	%Solar (UPME)	%Eolica (UPME)	Demanda energetica (TWh)	consumo nal. percapita (MWh / capita) OCDE
1975	27056393	512356	208928	12.93	9.05	70	30	70	0	0	11.90	0.440
1980	29356078	688675	215799	20.45	14.52	71	29	71	0	0	18.20	0.620
1985	30802221	723046	218422	26.83	18.51	69	31	69	0	0	22.49	0.730
1990	34130022	788539	251501	36.36	27.63	76	24	76	0	0	28.67	0.840
1995	37472184	863349	279689	42.72	32.47	76	24	76	0	0	33.72	0.900
2000	40295563	938244	300030	43.13	32.78	76	24	76	0	0	33.45	0.830
2005	42888592	1011405	315999	50.34	40.27	80	20	80	0	0	38.60	0.900
2010	45509584	1083189	330436	59.42	42.78	72	28	72	0	0	49.15	1.080
2015	48203405	1154777	342117	70.3	52.02	74	26	73.7	0.04	0.26	62.18	1.290
2020	50911747	1225343	350388	73.62	56.85	77.22	22.78	73.70	0.71	2.81	64.84	1.274
2025	57160811.5	1306352.47	379039.933	80.29	62.59	77.95	22.05	74.90	0.93	2.12	77.67	1.359
2030	61004497.5	1380436.13	396805.212	86.96	68.42	78.68	21.32	73.30	1.64	3.74	88.09	1.444
2035	64848183.4	1454519.8	414570.491	93.63	74.36	79.42	20.58	73.30	2.50	3.62	99.16	1.529
2040	68691869.3	1528603.47	432335.77	100.30	80.40	80.16	19.84	71.98	4.15	4.03	110.89	1.614
2045	72535555.3	1602687.13	450101.048	106.97	86.55	80.91	19.09	72.31	4.48	4.12	123.27	1.699

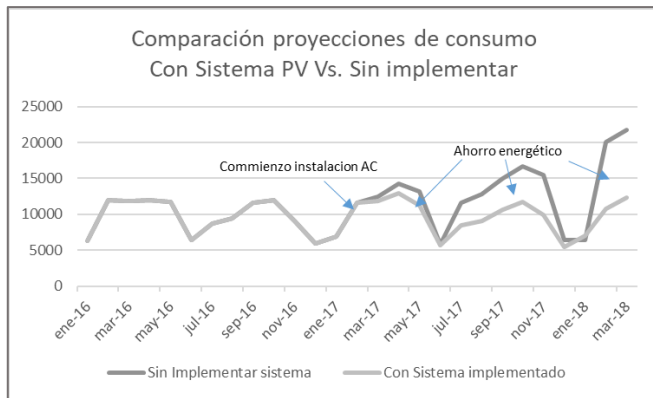
Tomada de OCDE (IEA), UPME, DANE, 2015

De allí se puede graficar la Generación total de energía en Colombia Vs. La demanda energética, de las proyecciones se puede estimar que alrededor del 2030 se alcanzará el punto de equilibrio Oferta /demanda energética en el país tal y como lo muestra la gráfica. La entrada en vigencia de la ley 1715, brinda estímulos y facilidades para masificar el mercado de energías renovables a nivel nacional.



Graf 1 Oferta Vs Demanda Energética Nacional con punto de Equilibrio estimado en 2030. Construcción del Autor.

Para el Caso del Colegio La Fragua, de llegarse a implementar este proyecto, podría aplicar esta ley para la obtención de incentivos, exenciones tributarias y fuentes de financiación para el mismo que darían mayor viabilidad al proyecto adicional al ahorro energético que se tendría dada la implementación del mismo. La Gráfica 14 muestra el efecto de la implementación del proyecto en el ahorro de energía.



Gráfica 9. Efecto de la implementación del sistema PV en el ahorro de energía. Construcción del autor

### 3.2.6. Técnicas de predicción (cualitativa y cuantitativa)

Para las proyecciones del presente estudio se utilizaron las siguientes técnicas de predicción:

Cuantitativas:

- Regresión Lineal.
- Progresión exponencial.
- Aproximación polinomial.

Cualitativas:

- Juicio de Expertos.

### 3.3. ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO.

El proyecto de inversión propone la instalación un sistema de generación solar PV para reducir el impacto en el consumo energético donde la inversión inicial se pagaría mediante el ahorro obtenido por la generación de energía eléctrica solar Fotovoltaica.

Tabla 8. Variables a tener en cuenta para el análisis económico y financiero

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Ahorro estimado	El ahorro que se compromete a entregar un proponente de tecnología por el cambio de un equipo, se calcula con los datos de la tecnología existente y los datos de la tecnología propuesta
Ahorro efectivo	El ahorro que se calcula a partir de los datos de las mediciones a la nueva tecnología ya instalada
Periodo de vida útil del proyecto	Tiempo en el que el usuario obtendrá beneficios de la mejora del desempeño energético y se relaciona con la inversión realizada y la operación de la tecnología
Interés fuente de financiación	Tasa de interés cobrada por la entidad que prestara el dinero para el proyecto
Periodo de financiación	Cantidad de tiempo para pagar el capital que se saca prestado con el objetivo de llevar a cabo el proyecto
Capital para financiación	Cantidad de dinero necesaria para el proyecto

Construcción del autor

Según lo descrito anteriormente, las variables calculadas para efectos de análisis del proyecto para las dos soluciones propuestas (Kit Solar Vs Grid Tie) se resumen en siguiente Tabla:

Tabla 9. Variables Análisis para cada tipo de solución.

VARIABLES ANALISIS FACTIBILIDAD				
	Por Kit Solar		Grid Tie	
	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Numero Kits PV	33	c/u	1	c/u
Costo Total Instal.	\$7,620,631.27	COP/Kit	\$162,334,032	COP
Ahorro Estimado	360	KWh/mes-kit	\$6,600.00	KWh/mes
Ahorro Efectivo	\$158,400.00	COP/mes-Kit	\$2,904,000.00	COP (tarifa 2017)
Tiempo Ejecucion	18 meses (2PV/mes)		60	Dias
Vida Util Equipos	20	años	20	Años
Costo O&M	\$30,000.00	COP/Kit	\$930,600.00	COP/mes
Incr. Annual	6%	Annual	6	% annual
Costo Total Inicial	\$296,426,466.00	COP	\$162,334,032.00	COP

Construcción del Autor con base en Cotizaciones presentadas, Información tarifaria, indicadores financieros, etc.

### 3.3.1. Estimación de Costos de inversión del proyecto.

Para la estimación de los costos del proyecto, se ha recurrido a solicitar cotizaciones a dos potenciales proveedores diferentes para proponer una alternativa de solución con sus costos asociados. El resumen se muestra en las tablas 10 y 11.

Tabla 10 Costo Estimado Opción Proponente 1 (Grid Tie)

PRESUPUESTO GENERAL DE INVERSION ESTIMADO OPCION GRID TIE (no incluye costos O&M)				
Descripcion	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Observaciones
Panel Solar PoliXtal 320Wp	113	\$ 425,000.00	\$ 48,025,000.00	
Inversor ABB Grit Tie 30KW	1	\$ 38,500,000.00	\$ 38,500,000.00	
Modulo Monitoreo ABB	1	\$ 2,765,000.00	\$ 2,765,000.00	
Conector MC4 Sencillo	12	\$ 250,000.00	\$ 3,000,000.00	
Transformador de Aislamiento 400/220V	1	\$ 13,045,000.00	\$ 13,045,000.00	
Totalizador	1	\$ 687,000.00	\$ 687,000.00	
Gabinete	1	\$ 2,645,000.00	\$ 2,645,000.00	
Tuberia EMT	1	\$ 1,425,800.00	\$ 1,425,800.00	
Rollo Cable #12 negro	1	\$ 220,000.00	\$ 220,000.00	
Rollo Cable #12 rojo	1	\$ 220,000.00	\$ 220,000.00	
IVA (19%)	1	\$ 21,001,232.00	\$ 21,001,232.00	
AIU (10%)	1	\$ 16,000,000.00	\$ 16,000,000.00	
Costos personal	1	\$ 14,800,000.00	\$ 14,800,000.00	Director Proyecto, Interventor, 4 Técnicos electricistas x 1 mes
<b>TOTAL INVERSION</b>			<b>\$ 162,334,032.00</b>	

Construcción del Autor

Tabla 11 Costo Estimado Opción Proponente 2 (Kit Solar)

PRESUPUESTO GENERAL DE INVERSION ESTIMADO (no incluye costos O&M)				
Descripcion	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Observaciones
Kit Solar 360 Kwh	33	\$ 5,630,000.00	\$ 185,790,000.00	(Paneles, Inversor/controlador, Baterías, gabinete,
Adecuaciones	33	\$ 300,000.00	\$ 9,900,000.00	
Cable	1500	\$ 2,600.00	\$ 3,900,000.00	
			\$ 250,800.00	
Breaker	33	\$ 7,600.00		
Kit Tornilleria	33	\$ 15,000.00	\$ 495,000.00	
IVA 19 %	1	\$ 38,063,802.00	\$ 38,063,802.00	
Imprevistos 8%	1	\$ 16,026,864.00	\$ 16,026,864.00	
Costos personal	1	\$ 42,000,000.00	\$ 42,000,000.00	Ingeniero de proyectos y tecnico de instalaciones por 12
<b>TOTAL INVERSION</b>			<b>\$ 296,426,466.00</b>	

Construcción del Autor.

### 3.3.2. Definición de Costos de operación y mantenimiento del proyecto.

Los costos de Operación y Mantenimiento del proyecto se han definido a partir de las cotizaciones de los dos servicios consultados:

Tabla 12 Costos Operación y Mantenimiento.

COSTOS O & M		
	COSTO	Unidad
Op. Grid Tie	\$930,600	COP/mes
Op. Kit Solar	\$30,000	COP/Kit

#### Construcción del Autor

Los costos de operación y mantenimiento tienen una variación anual determinada por indicadores económicos como la Inflación, el índice de precios al consumidor, Salario mínimo entre otros. Para efectos de los análisis se ha asumido un incremento del 6% anual teniendo en cuenta proyecciones macroeconómicas (Corficolombiana, 2016).

### 3.3.3. Flujo de caja del proyecto caso.

Basados en las proyecciones tarifarias y de consumo de energía eléctrica de la institución y de las variables resultantes de los estudios técnicos y de mercado resumidas en la Tabla 9, Se calcula el flujo de caja del proyecto para el periodo de vida útil de los equipos. Las tablas xx y xx muestran el flujo de Caja para las soluciones por Kit solar y Grid Tie respectivamente.

Tabla 13 Flujos anuales del proyecto Por Kits

PERIODO (AÑOS)	FLUJOS DEL PROYECTO						
	CONSUMO (kWh/año) actual (con aires instalados)	Ahorro por Kit Solar instalado (Kwh /año)	Consumos despues de implementacion sistema solar (KWh / año)	Facturacion Energía electrica (si el sistema PV no se implementase)	Ahorro debido a instalacion de sistema solar	Costos O&M	Inversion
1	246175	56160	198655	\$ 113,757,519.54	\$ 26,186,684.45	-\$ 4,680,000.00	-\$ 182,895,150.48
2	246175	136800	142495	\$ 120,582,970.71	\$ 67,059,686.01	-\$ 11,400,000.00	-\$ 113,531,315.43
3	246175	142560	139255	\$ 127,817,948.96	\$ 73,948,275.43	-\$ 12,592,800.00	
4	246175	142560	139255	\$ 135,487,025.89	\$ 78,385,171.96	-\$ 13,348,368.00	
5	246175	142560	139255	\$ 143,616,247.45	\$ 83,088,282.27	-\$ 14,149,270.08	
6	246175	142560	139255	\$ 152,233,222.29	\$ 88,073,579.21	-\$ 14,998,226.28	
7	246175	142560	139255	\$ 161,367,215.63	\$ 93,357,993.96	-\$ 15,898,119.86	
8	246175	142560	139255	\$ 171,049,248.57	\$ 98,959,473.60	-\$ 16,852,007.05	
9	246175	142560	139255	\$ 181,312,203.48	\$ 104,897,042.02	-\$ 17,863,127.48	
10	246175	142560	139255	\$ 192,190,935.69	\$ 111,190,864.54	-\$ 18,934,915.13	
11	246175	142560	139255	\$ 203,722,391.83	\$ 117,862,316.41	-\$ 20,071,010.03	
12	246175	142560	139255	\$ 215,945,735.34	\$ 124,934,055.39	-\$ 21,275,270.63	
13	246175	142560	139255	\$ 228,902,479.46	\$ 132,430,098.72	-\$ 22,551,786.87	
14	246175	142560	139255	\$ 242,636,628.23	\$ 140,375,904.64	-\$ 23,904,894.09	
15	246175	142560	139255	\$ 257,194,825.93	\$ 148,798,458.92	-\$ 25,339,187.73	
16	246175	142560	139255	\$ 272,626,515.48	\$ 157,726,366.46	-\$ 26,859,538.99	
17	246175	142560	139255	\$ 288,984,106.41	\$ 167,189,948.44	-\$ 28,471,111.33	
18	246175	142560	139255	\$ 306,323,152.80	\$ 177,221,345.35	-\$ 30,179,378.01	
19	246175	142560	139255	\$ 324,702,541.96	\$ 187,854,626.07	-\$ 31,990,140.69	
20	246175	142560	139255	\$ 344,184,694.48	\$ 199,125,903.63	-\$ 33,909,549.14	

#### Construcción del autor

Tabla 14 Flujo de Caja Sistema Grid Tie

FLUJOS DEL PROYECTO (GRID TIE)							
PERIODO (AÑOS)	CONSUMO (KWh/año) actual (con aires instalados)	Ahorro anual (Kwh/año)	Consumos despues de implementacion sistema solar (KWh/ año)	Facturacion Energía electrica ( si el sistema PV no se implementase)	Ahorro debido a instalacion de sistema solar (Ingresos)	Costos O&M (egreso)	Inversion inicial
1	246175	79200	173575	\$ 113,757,519.54	\$ 36,563,167.71	-\$ 11,167,200.00	-\$ 162,334,032.00
2	246175	79200	186775	\$ 120,582,970.71	\$ 38,756,957.77	-\$ 11,880,000.00	
3	246175	79200	186775	\$ 127,817,948.96	\$ 41,082,375.24	-\$ 12,592,800.00	
4	246175	79200	186775	\$ 135,487,025.89	\$ 43,547,317.75	-\$ 13,348,368.00	
5	246175	79200	186775	\$ 143,616,247.45	\$ 46,160,156.82	-\$ 14,149,270.08	
6	246175	79200	186775	\$ 152,233,222.29	\$ 48,929,766.23	-\$ 14,998,226.28	
7	246175	79200	186775	\$ 161,367,215.63	\$ 51,865,552.20	-\$ 15,898,119.86	
8	246175	79200	186775	\$ 171,049,248.57	\$ 54,977,485.33	-\$ 16,852,007.05	
9	246175	79200	139255	\$ 181,312,203.48	\$ 58,276,134.45	-\$ 17,863,127.48	
10	246175	79200	139255	\$ 192,190,935.69	\$ 61,772,702.52	-\$ 18,934,915.13	
11	246175	79200	139255	\$ 203,722,391.83	\$ 65,479,064.67	-\$ 20,071,010.03	
12	246175	79200	139255	\$ 215,945,735.34	\$ 69,407,808.55	-\$ 21,275,270.63	
13	246175	79200	139255	\$ 228,902,479.46	\$ 73,572,277.07	-\$ 22,551,786.87	
14	246175	79200	139255	\$ 242,636,628.23	\$ 77,986,613.69	-\$ 23,904,894.09	
15	246175	79200	139255	\$ 257,194,825.93	\$ 82,665,810.51	-\$ 25,339,187.73	
16	246175	79200	139255	\$ 272,626,515.48	\$ 87,625,759.14	-\$ 26,859,538.99	
17	246175	79200	139255	\$ 288,984,106.41	\$ 92,883,304.69	-\$ 28,471,111.33	
18	246175	79200	139255	\$ 306,323,152.80	\$ 98,456,302.97	-\$ 30,179,378.01	
19	246175	79200	139255	\$ 324,702,541.96	\$ 104,363,681.15	-\$ 31,990,140.69	
20	246175	79200	139255	\$ 344,184,694.48	\$ 110,625,502.02	-\$ 33,909,549.14	

Construcción del autor

Los cálculos anteriores asumen una tarifa actual de 441 COP/KWh, un incremento del 6% anual en el IPC para las tarifas del servicio de energía y los costos de Operación y mantenimiento O&M y el consumo anual promedio, proyectado de la institución.

### 3.3.4. Determinación del costo de capital, fuentes de financiación y uso de fondos.

Para el proyecto se han determinado tres posibles fuentes de financiación:

- FINDETER: Cuenta con una Línea especial para financiación de energías renovables - 2014 mediante circular pública No. 11 del 27-Nov-14.
- BANCOLDEX: Creó una línea de financiación de proyectos de eficiencia energética y energía renovable mediante circular No. 24 de 10-oct-2014.
- Recursos Propios: La Institución educativa a través de la Junta de CORPADE aprobaría el monto requerido para la ejecución del proyecto.

Las características de las posibles alternativas de financiación y las tasas equivalentes se resumen en las tablas 15 y 16.

Tabla 15 Resumen posibles fuentes de financiación y sus características.

FUENTES DE FINANCIACION				
	UNIDAD	BANCOLDEX	FINDETER	RECURSOS PROPIOS
MONTO DEL CUPO	COP	\$ 45,000,000,000	\$ 100,000,000,000	N/A
CUPO POR PROYECTO	COP	\$ 1,500,000,000	N/A	N/A
PLAZO MAXIMO	AÑOS	10	8	N/A
INTERES	%	DTF EA + 1.15 EA	DTF+1.9%TA	0
PERIODO GRACIA	MESES	6	24	N/A
PERIODICIDAD PAGO		Mensual, Trimestral, Semestral vencido	Mensual	N/A

Construcción del Autor. Fuente: FINDETER, BANCOLDEX.

Tabla 16 Equivalencia Tasas Interés,

INTERES y EQUIVALENCIA		
<b>BANCOLDEX</b>	DTF EA + 1.15 EA	7.77% EA
<b>FINDETER DTF</b>	DTF+1.9%TA	8.35% EA
Asumiendo DTF de 6.43% del 23-04-2017		

Construcción del Autor

Para efectos comparativos se realiza la tabla de amortización y cálculo de futuros para las dos alternativas de solución con las dos alternativas de financiación:

Solución Grid Tie:

Tabla 17 Comparación de Valor Futuro FINDETER Vs. BANCOLDEX, Opción Grid Tie

Unidad			VALOR FUTURO	
INVERSION INICIAL	COP	\$ 162,334,032	BANCOLDEX	FINDETER
T.I Bancoldex	EA	7.77%		
T.I Findeter	EA	8.35%		
Plazo Crédito	Años	5	\$ 236,024,937	\$ 242,443,346
Máximo plazo Findeter	Años	8	\$ 295,451,962	\$ 308,411,586
Máximo plazo Bancoldex	Años	10	\$ 343,167,542	N/A

Construcción del Autor

Tabla 18 Tabla amortización a 5 años BANCOLDEX, Solución Grid Tie.

PERIODO	AMORTIZACIÓN CUOTA FIJA ANUAL - BANCOLDEX			
	CUOTA	INTERES	CAPITAL	SALDO
0				-\$ 162,334,032
1	\$ 40,414,569	\$ 12,618,100	\$ 27,796,470	-\$ 134,537,562
2	\$ 40,414,569	\$ 10,457,501	\$ 29,957,068	-\$ 104,580,494
3	\$ 40,414,569	\$ 8,128,962	\$ 32,285,608	-\$ 72,294,887
4	\$ 40,414,569	\$ 5,619,426	\$ 34,795,143	-\$ 37,499,743
5	\$ 40,414,569	\$ 2,914,826	\$ 37,499,743	\$ 0

Construcción del Autor

- Solución KIT PV:

Tabla 19 Comparación Valor Futuro FINDETER Vs. BANCOLDEX, Opción por KIT.

Unidad			VALOR FUTURO	
INVERSION INICIAL	COP	\$ 296,426,466	BANCOLDEX	FINDETER
T.I Bancoldex	EA	7.77%		
T.I Findeter	EA	8.35%		
Plazo Crédito	Años	5	\$ 430,988,112	\$ 442,708,305
Máximo plazo Findeter	Años	8	\$ 539,503,516	\$ 563,168,150
Máximo plazo Bancoldex	Años	10	\$ 626,633,495	N/A

Construcción del Autor.

Tabla 20 Tabla de Amortización a 5 años BANCOLDEX, Opción por KIT.

PERIODO	AMORTIZACIÓN CUOTA FIJA ANUAL - BANCOLDEX			
	CUOTA	INTERES	CAPITAL	SALDO
0				-\$ 296,426,466
1	\$ 73,798,130	\$ 23,041,002	\$ 50,757,128	-\$ 245,669,338
2	\$ 73,798,130	\$ 19,095,689	\$ 54,702,441	-\$ 190,966,897
3	\$ 73,798,130	\$ 14,843,710	\$ 58,954,420	-\$ 132,012,477
4	\$ 73,798,130	\$ 10,261,229	\$ 63,536,901	-\$ 68,475,576
5	\$ 73,798,130	\$ 5,322,554	\$ 68,475,576	\$ 0

Construcción del Autor.

Si la institución se decidiera a financiar el proyecto, la mejor opción sería BANCOLDEX puesto que cuenta con mayores opciones de amortización y una tasa de interés más baja por tanto sus valores futuros son menores para todos los plazos comparados con los valores futuros de FINDETER.

### 3.3.5. Evaluación Financiera del proyecto (indicadores de rentabilidad o de beneficio-coste o de análisis de valor o de opciones reales).

Teniendo en cuenta que la mejor opción para financiar el Proyecto es la de BANCOLDEX, se realiza la evaluación financiera del proyecto utilizando esa alternativa de financiación y con recursos propios de la institución Educativa.



Para efectos del Análisis se han seleccionado los siguientes parámetros:

- Tasa de Oportunidad: 6.5% Anual.
- Tasa de Interés de Financiación: 7.77% EA (Bancoldex)

A continuación, se presenta el Flujo de Caja del proyecto con los cálculos respectivos de Indicadores de Rentabilidad para las dos soluciones (Grid Tie y por Kit PV) y las evaluaciones haciendo uso de la alternativa de financiación recomendada y con recursos propios.

Tabla 21 Flujo de Caja y Evaluación Financiera, Solución Grid Tie con Financiación.

SOLUCIÓN GRID TIE, FLUJO DE EFECTIVO Y EVALUACION FINANCIERA (CON FINANCIACION BANCOLDEx)												
Periodo	Ingreso x ahorro	Financiación	TOTAL INGRESOS	Inversión Ejecución y Equipos	Operación y Mantenimiento	Cuotas Crédito (bancoldex 7.77%EA)	TOTAL EGRESOS	FLUJO NETO	Acumulado	Beneficios Descontados	Costos descontados	Flujo acumulado con descuento
0	0	\$ 162,334,032.00	\$ 162,334,032.00	\$ 0.00	0	0	0	\$ 162,334,032.00	\$ 162,334,032.00	\$ 162,334,032.00	0	\$ 162,334,032.00
1	\$ 36,563,167.71	\$ 0.00	\$ 36,563,167.71	-\$ 162,334,032.00	-\$ 11,167,200.00	-\$ 40,411,444.54	-\$ 213,912,676.54	-\$ 177,349,508.83	-\$ 15,015,476.83	\$ 34,331,612.87	-\$ 200,856,973.28	-\$ 4,191,328.40
2	\$ 38,756,957.77	\$ 0.00	\$ 38,756,957.77	\$ 0.00	-\$ 11,880,000.00	-\$ 40,411,444.54	-\$ 52,291,444.54	-\$ 13,534,486.77	-\$ 28,549,963.60	\$ 34,170,431.59	-\$ 46,103,237.49	-\$ 16,124,134.30
3	\$ 41,082,375.24	\$ 0.00	\$ 41,082,375.24	\$ 0.00	-\$ 12,592,800.00	-\$ 40,411,444.54	-\$ 53,004,244.54	-\$ 11,921,869.30	-\$ 40,471,832.90	\$ 34,010,007.03	-\$ 43,879,515.71	-\$ 25,993,642.98
4	\$ 43,547,317.75	\$ 0.00	\$ 43,547,317.75	\$ 0.00	-\$ 13,348,368.00	-\$ 40,411,444.54	-\$ 53,759,812.54	-\$ 10,212,494.79	-\$ 50,684,327.69	\$ 33,850,335.64	-\$ 41,788,743.65	\$ 33,932,050.99
5	\$ 46,160,156.82	\$ 0.00	\$ 46,160,156.82	\$ 0.00	-\$ 14,149,270.08	-\$ 40,411,444.54	-\$ 54,560,714.62	-\$ 8,400,557.80	-\$ 59,084,885.49	\$ 33,691,413.87	-\$ 39,822,820.03	\$ 40,063,457.15
6	\$ 48,929,766.23	\$ 0.00	\$ 48,929,766.23	\$ 0.00	-\$ 14,998,226.28	\$ 0.00	-\$ 14,998,226.28	\$ 33,931,539.94	-\$ 25,153,345.55	\$ 33,533,238.22	-\$ 10,278,796.19	\$ 16,809,015.12
7	\$ 51,865,552.20	\$ 0.00	\$ 51,865,552.20	\$ 0.00	-\$ 15,898,119.86	\$ 0.00	-\$ 15,898,119.86	\$ 35,967,432.34	\$ 10,814,086.79	\$ 33,375,805.18	-\$ 10,230,538.94	\$ 6,336,251.12
8	\$ 54,977,485.33	\$ 0.00	\$ 54,977,485.33	\$ 0.00	-\$ 16,852,007.05	\$ 0.00	-\$ 16,852,007.05	\$ 38,125,478.28	\$ 48,939,565.07	\$ 33,219,111.26	-\$ 10,182,508.24	\$ 29,372,854.14
9	\$ 58,276,134.45	\$ 0.00	\$ 58,276,134.45	\$ 0.00	-\$ 17,863,127.48	\$ 0.00	-\$ 17,863,127.48	\$ 40,413,006.98	\$ 89,352,572.05	\$ 33,063,152.99	-\$ 10,134,703.03	\$ 52,301,304.10
10	\$ 61,772,702.52	\$ 0.00	\$ 61,772,702.52	\$ 0.00	-\$ 18,934,915.13	\$ 0.00	-\$ 18,934,915.13	\$ 42,837,787.40	\$ 132,190,359.44	\$ 32,907,926.92	-\$ 10,087,122.27	\$ 75,122,108.75
11	\$ 65,479,064.67	\$ 0.00	\$ 65,479,064.67	\$ 0.00	-\$ 20,071,010.03	\$ 0.00	-\$ 20,071,010.03	\$ 45,408,054.64	\$ 177,598,414.08	\$ 32,753,429.61	-\$ 10,039,764.89	\$ 97,835,773.47
12	\$ 69,407,808.55	\$ 0.00	\$ 69,407,808.55	\$ 0.00	-\$ 21,275,270.63	\$ 0.00	-\$ 21,275,270.63	\$ 48,132,537.92	\$ 225,730,952.00	\$ 32,599,657.64	-\$ 9,992,629.84	\$ 120,442,801.27
13	\$ 73,572,277.07	\$ 0.00	\$ 73,572,277.07	\$ 0.00	-\$ 22,551,786.87	\$ 0.00	-\$ 22,551,786.87	\$ 51,020,490.19	\$ 276,751,442.19	\$ 32,446,607.60	-\$ 9,945,716.08	\$ 142,943,692.78
14	\$ 77,986,613.69	\$ 0.00	\$ 77,986,613.69	\$ 0.00	-\$ 23,904,894.09	\$ 0.00	-\$ 23,904,894.09	\$ 54,081,719.60	\$ 330,833,161.80	\$ 32,294,276.11	-\$ 9,899,022.58	\$ 165,338,946.31
15	\$ 82,665,810.51	\$ 0.00	\$ 82,665,810.51	\$ 0.00	-\$ 25,339,187.73	\$ 0.00	-\$ 25,339,187.73	\$ 57,326,622.78	\$ 388,159,784.58	\$ 32,142,659.79	-\$ 9,852,548.30	\$ 187,629,057.81
16	\$ 87,625,759.14	\$ 0.00	\$ 87,625,759.14	\$ 0.00	-\$ 26,859,538.99	\$ 0.00	-\$ 26,859,538.99	\$ 60,766,220.15	\$ 448,926,004.73	\$ 31,991,755.29	-\$ 9,806,292.20	\$ 209,814,520.89
17	\$ 92,883,304.69	\$ 0.00	\$ 92,883,304.69	\$ 0.00	-\$ 28,471,111.33	\$ 0.00	-\$ 28,471,111.33	\$ 64,412,193.36	\$ 513,338,198.08	\$ 31,841,559.25	-\$ 9,760,253.27	\$ 231,895,826.87
18	\$ 98,456,302.97	\$ 0.00	\$ 98,456,302.97	\$ 0.00	-\$ 30,179,378.01	\$ 0.00	-\$ 30,179,378.01	\$ 68,276,924.96	\$ 581,615,123.04	\$ 31,692,068.36	-\$ 9,714,430.49	\$ 253,873,464.75
19	\$ 104,363,681.15	\$ 0.00	\$ 104,363,681.15	\$ 0.00	-\$ 31,990,140.69	\$ 0.00	-\$ 31,990,140.69	\$ 72,373,540.46	\$ 653,988,663.49	\$ 31,543,279.31	-\$ 9,668,822.83	\$ 275,747,921.22
20	\$ 110,625,502.02	\$ 0.00	\$ 110,625,502.02	\$ 0.00	-\$ 33,909,549.14	\$ 0.00	-\$ 33,909,549.14	\$ 76,715,952.88	\$ 730,704,616.38	\$ 31,395,188.80	-\$ 9,623,429.30	\$ 297,519,680.72
T. Descuento	6.50%											
PRN	5.20 Años											
PRD	6.73 Años											
B/C	1.94											
B/C desc	1.57											
TIR	12%											
VAN	\$ 117,027,170.56											

Construcción del Autor.

Tabla 22 Flujo de Caja y Evaluación Financiera, Solución Grid Tie, Sin Financiación (Recursos Propios).

SOLUCION GRID TIE, FLUJO DE EFECTIVO Y EVALUACIÓN FINANCIERA (RECURSOS PROPIOS)												
Periodo	Ingreso x ahorro	Otros ingresos	TOTAL INGRESOS	Inversión Equipos	Ejecución y Mantenimiento	Cuotas Crédito	TOTAL EGRESOS	FLUJO NETO	Acumulado	Beneficios Descontados	Costos descontados	Flujo acumulado con descuento
1	\$36,563,167.71	\$0.00	\$36,563,167.71	\$162,334,032.00	\$11,167,200.00	\$0.00	\$173,501,232.00	\$-136,938,064.29	\$-136,938,064.29	\$34,331,612.87	\$-162,911,954.93	\$-128,580,342.06
2	\$38,756,957.77	\$0.00	\$38,756,957.77	\$0.00	\$11,880,000.00	\$0.00	\$11,880,000.00	\$26,876,957.77	\$-110,061,106.52	\$34,170,431.59	\$-10,474,112.28	\$-104,884,022.74
3	\$41,082,375.24	\$0.00	\$41,082,375.24	\$0.00	\$12,592,800.00	\$0.00	\$12,592,800.00	\$28,489,575.24	\$-81,571,531.28	\$34,010,007.03	\$-10,424,938.04	\$-81,238,953.76
4	\$43,547,317.75	\$0.00	\$43,547,317.75	\$0.00	\$13,348,368.00	\$0.00	\$13,348,368.00	\$30,198,949.75	\$-51,372,581.52	\$33,850,335.64	\$-10,375,994.67	\$-57,824,612.79
5	\$46,160,156.82	\$0.00	\$46,160,156.82	\$0.00	\$14,149,270.08	\$0.00	\$14,149,270.08	\$32,010,886.74	\$-19,361,694.79	\$33,691,413.87	\$-10,327,281.08	\$-34,460,480.00
6	\$48,929,766.23	\$0.00	\$48,929,766.23	\$0.00	\$14,998,226.28	\$0.00	\$14,998,226.28	\$33,931,539.94	\$14,569,845.16	\$33,533,238.22	\$-10,278,796.19	\$-11,206,037.97
7	\$51,865,552.20	\$0.00	\$51,865,552.20	\$0.00	\$15,898,119.86	\$0.00	\$15,898,119.86	\$35,967,432.34	\$50,537,277.50	\$33,375,805.18	\$-10,230,538.94	\$-11,939,228.27
8	\$54,977,485.33	\$0.00	\$54,977,485.33	\$0.00	\$16,852,007.05	\$0.00	\$16,852,007.05	\$38,125,478.28	\$88,662,755.78	\$33,219,111.26	\$-10,182,508.24	\$-34,975,831.29
9	\$58,276,134.45	\$0.00	\$58,276,134.45	\$0.00	\$17,863,127.48	\$0.00	\$17,863,127.48	\$40,413,006.98	\$129,075,762.76	\$33,063,152.99	\$-10,134,703.03	\$-57,904,281.24
10	\$61,772,702.52	\$0.00	\$61,772,702.52	\$0.00	\$18,934,915.13	\$0.00	\$18,934,915.13	\$42,837,787.40	\$171,913,550.15	\$32,907,926.92	\$-10,087,122.27	\$-80,725,085.89
11	\$65,479,064.67	\$0.00	\$65,479,064.67	\$0.00	\$20,071,010.03	\$0.00	\$20,071,010.03	\$45,408,054.64	\$217,321,604.79	\$32,753,429.61	\$-10,039,764.89	\$-103,438,750.62
12	\$69,407,808.55	\$0.00	\$69,407,808.55	\$0.00	\$21,275,270.63	\$0.00	\$21,275,270.63	\$48,132,537.92	\$265,454,142.71	\$32,599,657.64	\$-9,992,629.84	\$-126,045,778.41
13	\$73,572,277.07	\$0.00	\$73,572,277.07	\$0.00	\$22,551,786.87	\$0.00	\$22,551,786.87	\$51,020,490.19	\$316,474,632.90	\$32,446,607.60	\$-9,945,716.08	\$-148,546,669.93
14	\$77,986,613.69	\$0.00	\$77,986,613.69	\$0.00	\$23,904,894.09	\$0.00	\$23,904,894.09	\$54,081,719.60	\$370,556,352.50	\$32,294,276.11	\$-9,899,022.58	\$-170,941,923.46
15	\$82,665,810.51	\$0.00	\$82,665,810.51	\$0.00	\$25,339,187.73	\$0.00	\$25,339,187.73	\$57,326,622.78	\$427,882,975.29	\$32,142,659.79	\$-9,852,548.30	\$-193,232,034.95
16	\$87,625,759.14	\$0.00	\$87,625,759.14	\$0.00	\$26,859,538.99	\$0.00	\$26,859,538.99	\$60,766,220.15	\$488,649,195.43	\$31,991,755.29	\$-9,806,292.20	\$-215,417,498.04
17	\$92,883,304.69	\$0.00	\$92,883,304.69	\$0.00	\$28,471,111.33	\$0.00	\$28,471,111.33	\$64,412,193.36	\$553,061,388.79	\$31,841,559.25	\$-9,760,253.27	\$-237,498,804.02
18	\$98,456,302.97	\$0.00	\$98,456,302.97	\$0.00	\$30,179,378.01	\$0.00	\$30,179,378.01	\$68,276,924.96	\$621,338,313.75	\$31,692,068.36	\$-9,714,430.49	\$-259,476,441.89
19	\$104,363,681.15	\$0.00	\$104,363,681.15	\$0.00	\$31,990,140.69	\$0.00	\$31,990,140.69	\$72,373,540.46	\$693,711,854.20	\$31,543,279.31	\$-9,668,822.83	\$-281,350,898.37
20	\$110,625,502.02	\$0.00	\$110,625,502.02	\$0.00	\$33,909,549.14	\$0.00	\$33,909,549.14	\$76,715,952.88	\$770,427,807.08	\$31,395,188.80	\$-9,623,429.30	\$-303,122,657.87
T. Descuento 6.50%												
PRN 5.57 Años												
PRD 6.48 Años												
B/C 2.34												
B/C (desc) 1.86												
TIR 25%												
VAN \$140,788,625.87												

Construcción del Autor.

## Resultados del Análisis Financiero:

Tabla 23 Resultados Evaluación Financiera.

RESULTADOS ANALISIS FINANCIERO				
	GRID TIE		POR KIT INDIVIDUAL	
	Recursos propios	Con Credito	Recursos propios	Con Credito
Inversión Inicial	\$ 162,334,032.00	\$ 0.00	\$ 296,426,466.00	\$ 0.00
Cuota anual	\$ 0.00	\$ 40,411,444.54	\$ 0.00	\$ 73,798,130.00
Plazo credito	N/A	5 años	N/A	5 años
Ejecucion	1 mes	1 mes	18 meses	18 meses
Recup. Inversión	6 años	6 años+ 9 meses	7 años	7 años+ 3 meses
Vida Util media	20 años	20 años	20 años	20 años
Benef / Costo	1.856930205	1.570323953	2.45	1.48
TIR	24.74%	11.52%	28.00%	14.00%
VAN	\$ 140,788,625.87	\$ 117,027,170.56	\$ 210,192,710.38	\$ 73,018,496.45

Construcción del Autor.

- El proyecto es viable tanto con o sin financiación, los tiempos de recuperación son muy similares. Sin embargo, el VPN y TIR es mayor si se realiza con recursos propios. La opción más factible y económica es el diseño por Grid Tie pues a pesar que la Opción por Kits presenta un VPN y TIR y B/C más altos debido a mayor capacidad de generación, Su inversión inicial también es casi un 80% mayor. La opción más cómoda para la institución sería la de Grid Tie con recursos propios.

- El proyecto recupera la inversión entre el 5 y 7 año de operación. A partir de allí, los beneficios son debidos al ahorro de energía eléctrica que se deja de pagar a la empresa proveedora del servicio eléctrico y que pueden ser invertidos en otros proyectos de la institución educativa como se observa en la Gráfica:

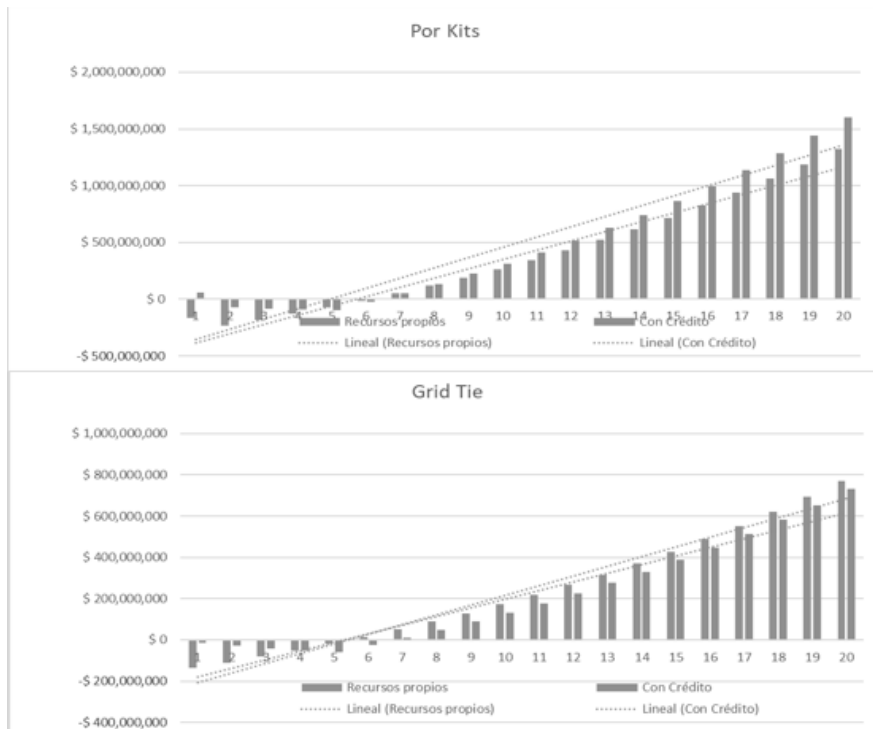


Figura 14 Flujo de Caja Evaluación Financiera.

### 3.4. ESTUDIO SOCIAL Y AMBIENTAL.

#### 3.4.1. Análisis del Entorno.

Para analizar el Entorno del proyecto y los potenciales Impactos del proyecto en él, se ha utilizado la matriz de Análisis Pestle (Anexo 2), de la cual se extraen los siguientes resultados:

**Componente Político:** Para lograr el éxito del proyecto a nivel político, debe aplicarse los beneficios contemplados en la Ley 1715 que favorece a los proyectos de energía renovable no convencional. Además, deben presentarse alternativas de financiación o planificar el proyecto de manera que la implementación del proyecto sea por fases.

**Componente Económico:** Si se decide tomar opciones de financiación, se debe procurar que la amortización sea a término fijo y cuota fija de manera que los cambios en tasas de interés y tasas de cambio no afecten significativamente el proyecto. También debe certificarse ante la autoridad ambiental la existencia del proyecto de generación de energía renovable no convencional con el fin de aplicar a los beneficios tributarios de la Ley 1715 de 2014.

**Componente Social:** Durante la etapa de planeación, se sugiere que el director de proyecto prestar atención a la elaboración de los planes para las épocas de festividades de Junio y Diciembre pues en estos meses el personal docente y estudiantil se ausenta por Vacaciones y por tanto se podría lograr un avance más rápido en la ejecución del proyecto. Sin embargo, los riesgos aumentan debido q el foco de los empleados se pierde por las festividades por lo que se sugiere analizar los riesgos e incrementar los controles de seguridad en el trabajo y la asignación de turnos y permisos durante las festividades.

Durante y después de la ejecución el personal de vigilancia debe prestar especial atención a las zonas donde se instalará los equipos y paneles solares pues estos son susceptibles a robos ya que están expuestos.

**Componente Legal:** La ley 1715 de 2014 promueve el desarrollo de proyectos de generación de energía renovable no convencional mediante la aplicación de incentivos tributarios, incrementaría la factibilidad del proyecto de energía solar si este es certificado como tal por medio de una autoridad ambiental.

**Componente Ambiental:** La Ubicación geográfica del proyecto presenta una ventaja de estar en una zona de alta irradiación solar, sin embargo, es una zona también de alta actividad sísmica pero que no representa un peligro inminente para el proyecto.

### 3.4.2. Flujo de Entradas y Salidas del proyecto con Impacto Ambiental.

El flujo de entradas y salidas del proyecto con potencial impacto ambiental se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 24 Flujo de Entradas y Salidas con Impacto ambiental.

#### FLUJO DE ENTRADAS Y SALIDAS POR ETAPAS

ENTRADAS	ETAPA	SALIDA
Silicio Cristalino SIO2 (Vidrio)	Fabricación paneles solares, equipos electrónicos y estructurales	Desechos reciclables
Aluminio		Desechos reciclables
Acero / Ferritas		Desechos reciclables
Combustible		Emisiones GEI
Oro		Vertimientos, Erosión, Desechos pel.
Cobre		Vertimientos, Erosión, Desechos pel.
Plásticos		Desechos reciclables y no reciclables, GEI
Energía Eléctrica		Calor, Ruido
Agua		Vertimientos
Combustible	Transporte de Equipos	Emisiones GEI
Energía Eléctrica		Calor
Baterías		Desechos Peligrosos
Combustible	Diagnóstico, Estudios	Emisiones GEI
Energía Eléctrica		Calor
Papel		Desechos reciclables
Tonner		Desechos reciclables y no reciclables
Baterías		Desechos peligrosos
Equipos de medición		Desechos reciclables y no reciclables
Equipos de Cómputo		Desechos reciclables y no reciclables
Comidas	Desechos Orgánicos e inorgánicos	
	Factibilidad	
Combustible		Emisiones GEI

Energía Eléctrica		Calor
Papel		Desechos reciclables
Tonner		Desechos reciclables y no reciclables
Equipos de Cómputo		Desechos reciclables y no reciclables
Comidas		Desechos Orgánicos e inorgánicos
Combustible	Adquisición	Emisiones GEI
Energía Eléctrica		Calor
Papel		Desechos reciclables
Tonner		Desechos reciclables y no reciclables
Baterías		Desechos peligrosos
Equipos de Cómputo		Desechos reciclables y no reciclables
Comidas		Desechos Orgánicos e inorgánicos
Combustible	Ejecución (Instalación y Pruebas)	Emisiones GEI
Energía Eléctrica		Calor
Papel		Desechos reciclables
Tonner		Desechos reciclables y no reciclables
Baterías		Desechos peligrosos
Equipos de medición		Desechos reciclables y no reciclables
Equipos de Cómputo		Desechos reciclables y no reciclables
Comidas		Desechos Orgánicos e inorgánicos
Plástico		Desechos reciclables
Aluminio		Desechos reciclables
Acero		Desechos reciclables
Agua		Vertimientos
Textiles / Dotaciones		Desechos reciclables
Vidrio		Desechos reciclables
Componentes electrónicos		Desechos reciclables y no reciclables
Cables (Cobre)		Desechos reciclables
Aceites		Desechos peligrosos / Vertimientos
Icopor		Desechos peligrosos
Cartón		Desechos reciclables
Combustible	Cierre	Emisiones GEI
Energía Eléctrica		Calor
Papel		Desechos reciclables
Tonner		Desechos reciclables y no reciclables
Baterías		Desechos peligrosos
Equipos de medición		Desechos reciclables y no reciclables

Equipos de Cómputo		Desechos reciclables y no reciclables
Comidas		Desechos Orgánicos e inorgánicos
Combustible		Emisiones GEI
Energía Eléctrica		Calor
Papel		Desechos reciclables
Tonner		Desechos reciclables y no reciclables
Baterías		Desechos peligrosos
Equipos de medición		Desechos reciclables y no reciclables
Equipos de Cómputo	<b>Operación y Mantenimiento</b>	Desechos reciclables y no reciclables
Comidas		Desechos Orgánicos e inorgánicos
Plástico		Desechos reciclables
Agua		Vertimientos
Textiles / Dotaciones		Desechos reciclables
Componentes electrónicos		Desechos reciclables y no reciclables
Cables (Cobre)		Desechos reciclables
Combustible		Emisiones GEI
Energía Eléctrica		Calor
Papel		Desechos reciclables
Tonner		Desechos reciclables y no reciclables
Baterías	<b>Disposición Final de equipos</b>	Desechos peligrosos
Silicio Cristalino SiO <sub>2</sub> (Vidrio)		Desechos reciclables
Aluminio		Desechos reciclables
Oro		Desechos reciclables, y peligrosos, Vertimientos,
Cobre		Desechos reciclables, y peligrosos, Vertimientos,
<i>Construcción del Autor</i>		

### 3.4.3. Síntesis de Impactos del Proyecto.

Para sintetizar los Impactos Ambientales, Sociales y económicos de los productos utilizados en el proyecto de Generación de Energía solar en el Colegio Gimnasio ASAPEN “La Fragua”, primero se seleccionan los productos, materiales o servicios de mayor importancia estratégica para el proyecto. La tabla 26. Resume y clasifica tales elementos con sus principales componentes:

Tabla 25 Categorías de Productos Usados en el proyecto

PRODUCTOS ESTRATÉGICOS PARA EL PROYECTO		
EQUIPO / MATERIALES / SERVICIOS	CATEGORIA	COMPONENTES PRINCIPALES
Paneles Solares / Celdas Solares	Equipo / Componentes electrónicos	Silicio Cristalino, Cobre, Aluminio
Inversores / Controladores	Equipo / Componentes electrónicos	Silicio Cristalino, Cobre, Aluminio, Plástico, Acero
Equipos de cómputo	Equipo / Componentes electrónicos	Silicio Cristalino, Cobre, Aluminio, Plástico, Acero, Oro
Estructura de sujeción y tornillería	Materiales	Aluminio, Acero, Plástico
Cable	Materiales	Plástico, Cobre, Caucho

. Construcción del Autor

Para cada componente, se enumeran los impactos positivos y Negativos a Nivel Social, Ambiental y Económico. La Tabla 27, muestra la síntesis de impactos ambientales derivados del uso de productos para el proyecto.

Tabla 26 Síntesis de Impactos Ambientales del Proyecto

SINTESIS DE IMPACTOS DEL PROYECTO			
PRODUCTO / SERVICIO	IMPACTO	POSITIVOS	NEGATIVOS
Paneles / celdas solares	Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Generación de conocimiento y masificación de la tecnología (J. Pascualino, 2015).</li> <li>&gt; Aumento en la Generación de empleo debido a la masificación de la tecnología y el crecimiento de la industria de la generación solar PV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Los trabajadores de la industria manufactura de celdas solares están expuestos a riesgos asociados con la inhalación de polvo de Silicio y Productos Químicos (Silicosis). (Union of Concerned Scientists, 2013)</li> <li>&gt; Explotación laboral e Infantil (Algunos países asiáticos)</li> </ul>
	Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 98% de los materiales usados en Sistemas de Generación solar PV son reciclables (Bahajan, 2012)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Consumo de Agua: Se estima que, en la fabricación de celdas solares, se utilizan alrededor de 9.35 Litros/KWh. (J. Pascualino, 2015)</li> <li>&gt; Afectación al paisaje. (J. Pascualino, 2015)</li> <li>&gt; Sustancias peligrosas: En el proceso de manufactura, se utilizan varias sustancias peligrosas para limpiar y purificar la superficie semiconductora de Silicio. Tales sustancias incluyen: HCL, H2SO4, HF, Tricloroetano y Acetona entre otros. (National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2012)</li> <li>&gt; Modificación del suelo y el hábitat en la minería de la extracción del Silicio (Bahajan, 2012)</li> <li>&gt; Vertimiento de líquidos contaminados en el Agua y el Suelo (Mulvaney, 2014)</li> <li>&gt; Emisiones GEI durante la fabricación y transporte CO2/Km</li> </ul>
	Económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Descentralización de los mercados energéticos (Eco2Site, 2003)</li> <li>&gt; Masificación del mercado.</li> <li>&gt; Reducción de los precios.</li> </ul>	
Inversores / Controladores / Equipo de cómputo	Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Generación de Empleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Silicosis y enfermedades respiratorias en los trabajadores de las fábricas.</li> </ul>
	Ambiental		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Contaminación del Agua y del suelo por Químicos usadas en el proceso de pintura e impresión y aislación de plaquetas circuitales (PCB)</li> </ul>



			> Emisiones GEI por soldaduras de componentes electrónicos.
	<b>Económica</b>	>Incremento de eficiencia energética por mejoras tecnológicas.	
<b>Estructura de sujeción y Tornillería</b>	<b>Social</b>	> Generación de empleo	> Exposición de trabajadores a riesgos asociados a la Minería y producción de acero (Altas temperaturas, Silicosis. > Cambios socioculturales en las áreas mineras y de influencia de las Grandes productoras de Acero.
	<b>Ambiental</b>		> Alteración de ecosistema y suelo en Actividades mineras durante la extracción. > Generación de Gases GEI en la producción y transporte de acero. > Consumo de energía y recursos asociados a la extracción del mineral. > Vertimiento de químicos usados para transformar y purificar el acero, en el proceso de galvanizado, niquelado o cromado.
<b>CABLES</b>	<b>Ambiental</b>		> Generación de GEI en la fabricación y disposición. > Generación de residuos sólidos peligrosos en la disposición final. > Alteración de afluentes y suelo por actividades de extracción del cobre. > Tala para extracción de Caucho.

*Construcción del Autor*

### 3.4.4. Impactos asociados al uso del Producto Objeto del Proyecto

El producto Generado del proyecto es el ahorro energético, según el estudio técnico y de mercado el proyecto ahorrará al colegio entre 6000 y 12000 KWh/mes. La implementación del proyecto tendrá los siguientes impactos:

- **AMBIENTALES:**
  - Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI): La Generación de energía solar reduce entre 70 -100 Gr CO<sub>2</sub>e/KWh (J. Pascualino, 2015)
  - El consumo de recursos es mínimo y se limita al mantenimiento de los equipos.
  - No hay impactos asociados a la distribución o transporte de la energía eléctrica puesto que la generación se realiza In-Situ. (Eco2Site, 2003).

- No hay generación de ruido ni calor asociado a Motores o Generadores de Fuerza electromotriz.
  - No hay vertimientos ni consumo de Agua durante la fase de operación.
  - Generación del desecho sólido (10%) potencialmente peligrosos en la disposición final de los equipos.
  - Generación del 10% de residuos reciclables en la disposición final de los equipos. (Union of Concerned Scientists, 2013)
- **SOCIALES:**
    - Generación de conocimiento de la tecnología.
    - Incremento en la cultura y conciencia ambiental del personal de la institución.
    - Mejora de la Imagen sostenible de la Institución.
    - Posibilidad de invertir el dinero ahorrado por cuenta de la implementación del sistema en otros proyectos en beneficio de la Comunidad ASPAEN
  - **ECONÓMICOS:**
    - Beneficios monetarios a largo plazo por cuenta del ahorro y mejora de la eficiencia energética.
    - Beneficios y descuentos tributarios de acuerdo a la ley 1715 de 2014.
    - Posibilidad de invertir el dinero ahorrado por cuenta de la implementación del sistema en otros proyectos en beneficio de la Comunidad ASPAEN.

### 3.4.5. Estrategias de mitigación de impacto ambiental.

Nombre de la estrategia	Principales actividades de la estrategia	Objetivo	Meta
beneficios contemplados en la Ley 1715	Se hará uso de la ley para no tener problemas con electrificadora	Implementar la solución solar sin tener problemas con electro Huila	Ahorro de energía comercial en red interconectada y beneficios económicos y ambientales
Apoyo con autoridades regulatorias	Se conseguirá documentación necesaria, para tener el apoyo de las autoridades regulatorias	Legalizar el proyecto en el ámbito departamental y	Tener el marco político y legal

		nacional	transparente
Proyecciones Estudio Técnico y de Mercado	la proyección de las tarifas del proveedor del servicio de energía eléctrica de la ciudad de Neiva (Electro Huila), la proyección del consume de la institución y la proyección del ahorro energético que se tendría a partir de la implementación de los sistemas solares PV	Realizar análisis económico y proyectar el consumo para ver el incremento anual , sacar los beneficios económicos del sistema solar	Tener el retorno de la inversión en un tiempo estimado no mayor a 7 años
alternativas de financiación	Analizar fuentes de financiación existentes, realizar el análisis financiero, seleccionar alternativa	Seleccionar la mejor opción de financiación	Tener un nivel de endeudamiento lógico y aceptable para el valor de la inversión
Generación de conocimiento de la tecnología	Se entregaran manuales del fabricante. se darán charlas a la comunidad académica y abierta al comunidad interesada para ver las bondades de los sistemas PV	Tener una comunidad informada y capacitada para el uso de sistemas PV	Crear conciencia de la simplicidad de los sistemas PV y los grandes beneficios ambientales y tributarios
Incremento en la cultura y conciencia ambiental del personal de la institución	Se enfocaran capacitaciones y charlas técnicas a personal directo implicado en la institución	Los empleados contribuyen al sostenimiento y mantenimiento del sistemas	Personal capaz de informar posibles errores y así ejecutar mantenimientos preventivos
Mejora de la Imagen sostenible de la Institución	Uso de energía renovable.  Ahorro en consumo eléctrico de red interconectada.  Contribuir con menor emisión de GEI ocasionados por la producción d energía eléctrica.	Diseñar un sistema PV capaz de suplir las necesidades de la comunidad.	Implementar un sistema eficiente y sostenible de manera ambiental y económicamente
Adjudicar / Contratar únicamente empresas y/o personas que evidencien afiliación al sistema de seguridad social, pensional y ARL	Selección de personal calificado  Selección de proveedor  Transparencia en proceso de montaje dentro de las norma vigentes	Seleccionar una empresa seria y con los conocimientos técnicos suficientes para implementación y capacitación	Tener el respaldo y garantía de un buen proveedor y ejecutor
<b>Estudio energético de la instalación</b>	Análisis de zona solar  Sistema interconectado a la red eléctrica comercial  Selección de sistema adecuado para este caso Grid Tie  Instalación de dispositivo de protección	Selección de sistema adecuado luego de análisis de alternativas	Se instalara un sistema capaz de cumplir la metas de sostenibilidad y ahorro energético, para este caso se selecciona tecnología Grid Tie

	contra cortocircuitos con la capacidad de los cuales de corte estará de acuerdo con la intensidad de corto circuito que pueda presentarse en el punto de conexión		
<b>Calculo de pérdidas energéticas y mantenimiento</b>	<p>Clasificación de los diferentes módulos fotovoltaicos para obtener la opción más sostenible y económica en la solución.</p> <p>Planear rutinas de mantenimiento</p>	<p>Seleccionar el mejor material</p> <p>Incluir rutinas de mantenimiento de acuerdo a especificaciones técnicas</p>	<p>Obtener el menor grado de impacto ambiental y el mejor beneficio económico, a su vez tener un sistema estable y prevenir fallas</p>
<b>Certificación de fábrica definido por la IEC61215, IEC61730, ISO 9001:2008, NTC 2883: 1991, energía fotovoltaica. Módulos fotovoltaicos, NTC 4405: 1998, Norma NTC 2252, NTC 2050:1998</b>	<p>Se verifica el cumplimiento de la normas y pruebas estandarizadas de calidad a nivel mundial</p>	<p>Tener un producto certificado</p>	<p>Certeza de la capacidad y veracidad que el sistema ha sido sometido a pruebas estandarizadas de calidad a nivel mundial</p>
<b>Manejo adecuado de residuos sobrantes de la instalación, embalaje y transporte</b>	<p>Los residuos no aprovechables deben ser confinados definitivamente en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar afectaciones al medio ambiente o las personas</p> <p>Las entidades que se encargan de la gestión de los RAEE (Gestores) deberán cumplir con las tares de Recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de estos materiales (Ministerio del Medio Ambiente, 2013).</p>	<p>Cumplir con lo establecido en las leyes y decretos UPME, CREG, MME, MMA: 143/92 de servicios públicos; 629/200 de cambio climático y emisiones; 697/2001 para uso racional de la energía; Decreto 2469/14 para entrega de excedentes en autogeneración de energía; Res 281/15 que reglamenta el límite máximo de autogeneración a pequeña escala; Dec 2143/15 que reglamenta los incentivos tributarios; Res UPME 045/16 que establece los procedimientos para certificarse y acceder a los beneficios tributarios; Res UPME 143/16 para el registro de proyectos de energía renovable (FNCER) ante la UPME.</p>	<p>Tener un entorno limpio y libre de contaminación una vez se termine el proyecto, producto de un adecuado estudio técnico sin exceso de material en el diseño</p>

--	--	--	--

### 3.4.6. Vida Útil del producto

La vida útil media de los Sistemas de generación solar fotovoltaica se estima en 25 años (Unidad de planeación Minero Energética (UPME)) siempre y cuando se sigan los procedimientos de mantenimiento con regularidad.

### 3.4.7. Disposición Final de los Productos

Una vez finalizada la vida útil de los equipos del sistema de generación PV. Los equipos serán recolectados para su disposición final de acuerdo a lo dispuesto por la Ley 1672 de 2013 que regula y brinda los procedimientos para la “Gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)” (Ministerio del Medio Ambiente, 2013)

- **Paneles Solares:** Para la disposición de éstos hay dos procesos
  - *Disposición Final:* En general los materiales que no se logra recuperar se depositan en rellenos sanitarios o en lugares especialmente definidos para tal fin de acuerdo a las regulaciones. Se estima que el 12% de los componentes de una celda solar No son reciclables (Felval S.A. Colsunting Group, 2017) ni reutilizables y son depositadas en Vertederos. Dentro de los elementos no reutilizables está el Teluro de Cadmio (Cd Te), el Co2 y el polvo de silicio SIO2 y plástico irreducible.
  - *Recuperación:* Según la misma fuente, un 88% de las celdas solares son recuperables dentro de los que se destaca el reciclaje de Aluminio, Silicio cristalino SIO2, Hierro, Cobre y plástico. Existen otras formas de recuperar paneles solares mediante la reutilización posterior a la repotenciación de los mismos y la recuperación Química (Kim).
  - *Impactos:* Los impactos asociados de la disposición de los materiales irreducibles y de la re-potenciación o reciclaje de los paneles solares son:

- Vertimiento de aguas usadas en el proceso de limpieza en la re-potenciación de los paneles o el reciclaje de sus componentes.
  - Contaminación de suelos y afluentes por el vertimiento de residuos sólidos o líquidos de los químicos sobrantes del proceso, sobre todo el Cd Te.
  - Emisión de GEI y vertimientos durante el proceso de recuperación química de los componentes reciclables del panel: Cobre, Aluminio, Silicio cristalino.
  - Emisión de partículas de polvo de silicio que afectan los trabajadores de las plantas de reciclaje (Silicosis).
- **Cables / Equipo Eléctrico y Electrónico:** Se estima que a nivel mundial solo el 12.5% de los Residuos de equipo eléctrico y electrónico (RAEE) o “E-Waste” es reciclado (Electronics Recyclers International (ERI), s.f.) y dentro de este bajo porcentaje, países como Noruega han logrado recuperar hasta un 95% de componentes; de tal forma solo un 5% es vertido en rellenos (Sohail, 2014).
- *Disposición Final:* En Colombia los RAEE son gestionados integralmente de acuerdo a la ley 1672 de 2013 en la que se definen los siguientes lineamientos en lo que tiene que ver con la disposición:
    - Los residuos no aprovechables deben ser confinados definitivamente en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar afectaciones al medio ambiente o las personas.
    - Prohíbe la disposición de residuos RAEE no aprovechables en rellenos sanitarios.
    - Las entidades que se encargan de la gestión de los RAEE (Gestores) deberán cumplir con las tareas de Recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de estos materiales (Ministerio del Medio Ambiente, 2013).
  - *Reutilización:* La ley define también los términos como el “Reacondicionamiento” y “Reúso” de los equipos de manera que aquellos que cumplen con características técnicas óptimas puedan ser reutilizados por usuarios.

- **Retoma:** Es el proceso definido por la ley mediante el cual el productor de los AEE (Aparatos eléctricos y electrónicos) establece los procedimientos para la recolección de las RAEE bien sea a través de los comercializadores o de los Gestores RAEE.
- **Impactos:** dentro de los impactos asociados con el reciclaje y disposición de RAEE se encuentran:
  - Generación de empleos en las entidades de gestión RAEE.
  - Reducción en la minería puesto que el reciclaje de las RAEE concentra más metales preciosos por unidad de masa que la actividad de extracción minera: 1 Tonelada métrica de RAEE concentra más metales preciosos que la remoción de 17 Toneladas métricas para la obtención de la misma cantidad equivalente en oro. (Electronics Takeback Coalition, 2014). Esto hace el reciclaje de RAEE un negocio más rentable que la minería, produce menos emisiones, consumo de agua y energía eléctrica.
  - Contribuye a la generación de oportunidades de desarrollo con el acceso a computadores y a la educación de personas de escasos recursos mediante programas sociales como Computadores para Educar del Gobierno Nacional.
- **Estructuras metálicas de soporte y tornillería:** Las estructuras de soporte y sujeción usadas en el proyecto se componen generalmente de Acero Galvanizado o aluminio y la tornillería de Hierro. Estos metales se pueden reciclar en un 100%. Sin embargo, en el proceso de reciclaje de la estructura, existen residuos no aprovechables como la pintura y Oxido Ferroso (FeO) además de la utilización de químicos disolventes en el proceso de limpieza y refinación. EL proceso de reciclaje de estos metales generalmente es el siguiente (Arpal Alu, 2017):



Figura 15 proceso típico reciclaje de Metales, construcción del Autor

Los principales impactos del reciclaje del Acero, Hierro y Aluminio son:

- Generación de empleo.
- Ahorro de recursos: 1 Ton de Acero reciclado ahorra 1.5 Ton de Hierro extraído, 85% del agua, 80% de la Energía y 95% del carbón usados en el proceso de extracción / producción (UNESID (union de empresas siderurgicas), 2013).
- Disminución de emisiones de GEI de más del 75% por tonelada de acero producida. (Fernandez Muerza, 2013)



## 4. FORMULACION Y EVALUACION

### 4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proyecto pretende realizar el estudio económico y ambiental para la Implementación de un sistema de ahorro de energía en el colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua en Neiva y buscar la obtención de beneficios económicos, ambientales y sociales para la institución mediante la mitigación de impactos en el consumo energético debidos a la instalación de equipos eléctricos adicionales y la ampliación de la infraestructura en el futuro.

#### 4.1.1. Análisis de involucrados

Para el proyecto se han identificado los siguientes Involucrados:

Tabla 27 Interesados del Proyecto

INTERESADOS		Críticidad	Tipo	Organización
Órgano	Representante			
consejo directivo ( Junta CORPADE)	Presidente consejo directivo	Si	patrocinador-interno	ASPAEN/CORPADE
Rectoría	Rector de la Institución	Si	patrocinador-interno	ASPAEN/Gimnasio "La Fragua"
Gerencia Administrativa	Director Administrativo	Si	patrocinador-interno	ASPAEN/Gimnasio "La Fragua"
Contratista	Gerente de operaciones (funcional)	Si	contratista – externo	por definir
Consultoría & PM	Director del proyecto	Si	consultor – interno	ASPAEN/Gimnasio "La Fragua"
Contratista	Ingeniero Supervisor	Si	contratista – externo	por definir
Contratista	Analista QHSE	Si	contratista – externo	por definir
Contratista	Técnicos instaladores (4)	Si	contratista – externo	por definir
Estudiantes	Personero	No	Beneficiados	Gimnasio La Fragua
Docentes	Coordinador Académico	No	Beneficiados	Gimnasio La Fragua
Empleados Institución	Gerente Administrativo	No	Beneficiados	Gimnasio La Fragua
Padres de Familia	Presidente Junta Padres	No	Beneficiados	Gimnasio La Fragua

Construcción del autor

El análisis de involucrados se realiza para aquellos identificados como Críticos (Key) para el desarrollo del proyecto y se realiza mediante la Matriz Poder/Influencia definida en la tabla 29.

Tabla 28 Análisis Matriz de Interesados

Matriz de Interesados					
Proyecto:	ESTUDIO Y PLAN MODELO PARA LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR EN EL COLEGIO “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA				
Código:					
Fecha de Inicio:					
Stakeholder:	Presidente consejo directivo				
Tipo:	patrocinador-interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad, siendo amigable con el medio ambiente	Alto	Alta	* Comprende la necesidad de energía renovable y el compromiso con el medio ambiente	* No mejora los procesos administrativos de licitaciones, contratos y pagos.	* Mantener informada a CORPADE sobre beneficios existentes y su impacto en el presupuesto confort en las aulas de la Institución.
			* Asume, estimula los beneficios tributarios que se puede recibir la institución por el uso de energía renovable.	* Poco apoyo al mejoramiento administrativo	* Identificar puntos clave de control para garantizar que los documentos relacionados a obligaciones de pagos no presentan errores u omisiones.
			* Incrementa recursos humanos clave para atender labores de operación y mantenimiento	* Retrasos en la aprobación de entrega de fondos al proyecto.	
Conclusiones:	Es un actor interno clave; si no se toman acciones positivas puede disminuir la eficacia del proyecto, la gestión de pleno cumplimiento de metas y presupuesto del proyecto puede quedar afectado severamente. Es el principal interesado y a quien se debe mantener informado con todos los detalles de cada movimiento, ya se estableció en el plan de comunicaciones la manera de hacerle llegar la información con sus respectivas confirmaciones				
Stakeholder:	Rector de la Institución				
Tipo:	patrocinador-interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Alta	Comprometido con el medio ambiente	Solo se permite trabajar durante periodos de tiempo en los que se tiene menor cantidad de estudiantes, quiere cero riesgo a estudiantes	Se trabajara en horarios acordados con el rector, se tendrá supervisor
			Consiente de la problemática por temperatura en las aulas	Preocupación por la eficiencia del sistema	Se detallara un buen informe del estudio técnico y se hará una

			A gusto por los beneficios tributarios que recibirá la institución	Preocupado por el tiempo de retorno de la inversión	presentación breve per contundente
Conclusiones:	Es un actor interno principal, flexible para acordar horario, se debe mantener informado del estudio técnico, se debe mostrar la eficiencia del sistema, se le entregara un reporte financiero con tiempos y cifras para evitar la preocupación por el retorno sobre la inversión, cumplir el plan de comunicaciones con el rector es de vital importancia pues es quien debe mostrar los resultados a los directivos de la institución				
Stakeholder:	Director Administrativo				
Tipo:	patrocinador-interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Alta	Insiste en mejorar el confort de las aulas	Tramite de papelería con tiempo de retraso por aprobaciones	Se fijaran clausulas para entrega de documentación y a su vez para revisión de contraparte, fijando tiempos específicos para cada etapa del proyecto
			Flujo efectivo para pagos y adelantos	Depende de otras dependencias	Se entregara a área correspondiente informes de revisión semanal con el fin de evitar reproceso,
			Conforme con los beneficios tributarios		
Conclusiones:	Es u actor interno principal, de le depende que el flujo de dinero sea optimo y adecuado como depende de otras dependencias se fijaran entregables y reuniones periódicas para evitar reproceso manteniendo todas las áreas implicadas informadas				
Stakeholder:	Gerente de operaciones (funcional)				
Tipo:	contratista – externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Media	Experto en parte técnica	Demasiada confianza con técnicos instaladores	Entregable diario de avance en formato estipulado y reuniones semanales con los directivos para mostrar avance y recoger solicitudes
			Conoce el personal que ejecutara la parte de instalación y puesta en marcha	Por conocer los instaladores puede que no se haga seguimiento en tiempo real	Se definen entregables diarios, se harán manuales sujetos a revisión los cuales deben ser de fácil comprensión
			Dispuesto a capacitar el personal de la institución	Puede manejar demasiados conceptos técnicos que no serán fácil de entender por personal de operación y mantenimiento	
Conclusiones:	El gerente de operaciones tiene la responsabilidad de ejecutar el cronograma en tiempo planeado, se debe fijar entregable diario y reunión semanal, por exceso de confianza se pueden tener algunos retrasos.				

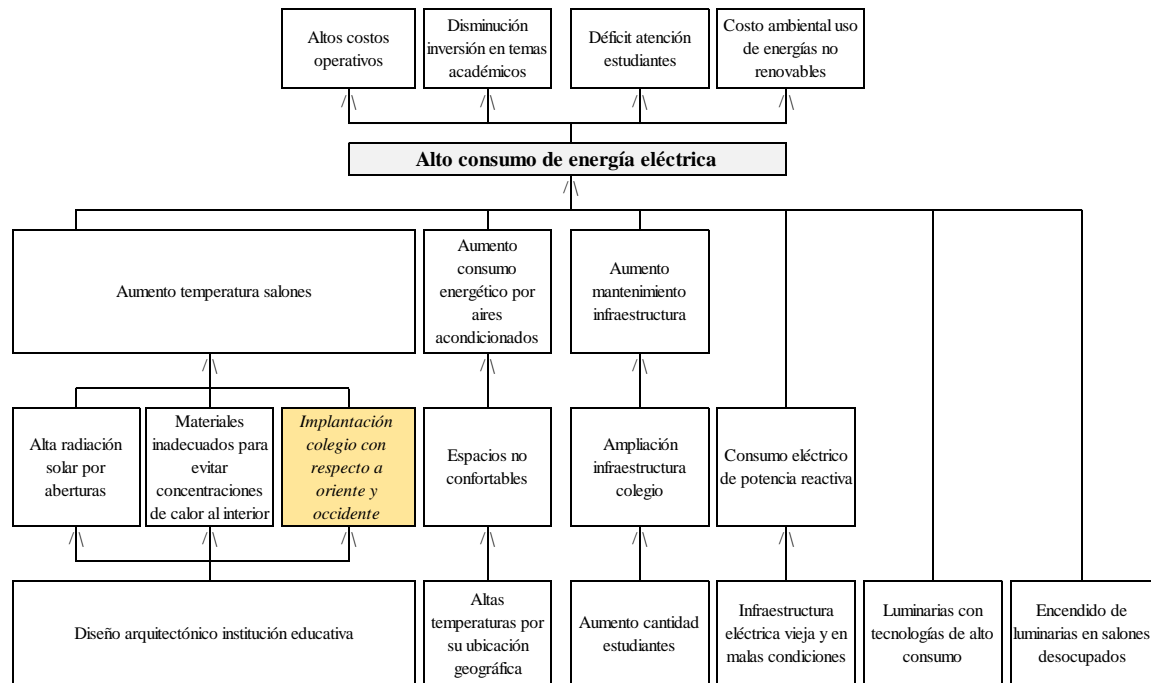
Stakeholder:	Director del proyecto				
Tipo:	consultor – interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Media	De acuerdo con políticas ambientales	Exceso de confianza por sus capacidades técnicas	Se fijara estándar y modelo de normas a seguir en estudio técnico
			Conoce bien la normatividad	Exagerar con el cumplimiento de las normas	Se fijaran normas y estándares aplicables al proyecto sin exceder en ellas
			Conoce los estándares aplicables	Demasiada exigencia en la instalación	
Conclusiones:	El director del proyecto es un profesional altamente capacitado para la labor conoce todos los detalles, estándares y normatividad aplicable, se deben fijar los modelos a seguir y así mismo establecer las normas necesarias sin exceder en ellas				
Stakeholder:	Ingeniero Supervisor				
Tipo:	contratista – externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Media	Conocimiento de los equipos de manera profunda	Alta exigencia al momento de la instalación	Planeamiento, ejecución y pruebas de acuerdo al estudio técnico
			Buena fuente para capacitación de personal	Protocolo de pruebas riguroso	Fijar los estándares de instalación aplicando normas existentes de acuerdo al región y país de ejecución del proyecto
			Manejo detallado de especificaciones técnicas	Chocar con los técnicos de instalación	
Conclusiones:	El ingeniero supervisor será quien responda como primer nivel de escalamiento ante cualquier inquietud en cuanto a diseño y funcionamiento del sistema, ejecutara pruebas de funcionamiento y diseñara los manuales de operación y mantenimiento, será el encargado directo de instruir al personal que llevar a cabo las rutinas de operación y mantenimiento. ejecutar la obra, tal como ha sido concebido durante el estudio, para ser ejecutado en el tiempo previsto, con el monto fijado y con calidad establecida, porque satisface las expectativas de los interesados				
Stakeholder:	Analista QHSE				
Tipo:	contratista – externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	

Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Medio	Bajo	Reporte de involucrados con la actividad específica, salud y planes de seguridad.	Choque por exigencia	Se realizara reporte diario y semanal para discriminar actividades potencialmente peligrosas
			responsable del cuidado del personal involucrado en llevar cabo la instalación y puesta en operación	Estará en revisión constante de equipos de protección personal	Llamados de atención y advertencias a quienes no estén de acuerdo con el QHSE para que se tenga presente que es la autoridad encargada de evitar percances o accidentes
			Apoyar la gestión integral de Calidad, medio ambiente, seguridad y salud laboral de la organización	Exigencia de aseo y entrega de lugar trabajo impecable	
Conclusiones:	La funciones principales de Analista QHSE:  1. Mantener actualizado el sistema de gestión integral 2. Generar las actas de reuniones de HSEQ 3. Mantener actualizados los indicadores de gestión 4. Generar reportes de accidentes de trabajo 5. Realizar inspecciones de HSEQ (botiquines, extintores, camillas), 6. Realizar capacitaciones puesto a puesto mensualmente 7. Mantener actualizados los registros del proceso de HSEQ. 8. Realizar calificación de invalidez en accidentes de trabajo.  Es una actor externo muy necesario sin él no se tendría control de la ejecución y puesta en marcha, tanto para personal involucrado en el proyecto como para personal de la institución con curiosidad y quiera estar en la zona con restricción de acceso				
Stakeholder:	Técnicos instaladores (4)				
Tipo:	contratista – externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	media	Baja	Encargados de instalación y puesta en funcionamiento	Serán monitoreados todo el tiempo por Ingeniero Supervisor	Control en hora de llegada y salida, monitoreo de montaje, el ingeniero supervisor entregara reporte diario
			Aplicaran estándares y reglamento técnico	No se puede omitir ningún ítem del reglamento técnico	Ingeniero supervisor con reglamento en mano estará al pendiente de la mejor ejecución, en caso de que sea requerido algún cambio será sometido a validación de sus superiores
			Deben implementar de acorde al diseño	No se permiten cambio del diseño en la implementación hasta no ser avalado por el Ingeniero Supervisor quien a su vez solicitara aprobación de su superiores	
Conclusiones:	Los técnicos instaladores son personal con experiencia en montaje e instalación, son los encargados de correr el protocolo de pruebas, pero no son autónomos siempre tendrán que pedir aval al ingeniero supervisor ante cualquier eventualidad que pueda alterar el diseño, de manera coloquial no se mueve un centímetro de cable sin previo aval del superior inmediato				

Construcción del Autor

### 4.1.2. Árbol de problemas

Tabla 29. Árbol de problemas



Construcción del autor

El árbol de problemas nos muestra que el colegio presenta actualmente altos consumos energéticos que aumentan por el aumento de equipos de refrigeración y la ampliación de infraestructura. Los dos problemas principales que llevan al aumento de energía son las altas temperaturas por ubicación geográfica y el diseño arquitectónico de la institución. La primera condición no se puede modificar pues es una condición del medio ambiente y para la segunda, la institución está implementando unas reformas estructurales mediante la instalación de aislación térmica en cielo raso y equipos de aire acondicionado, siendo esta última la de mayor impacto en el consumo energético de la institución.

El confort según la ISO 7730 es “esa condición de mente en la que se expresa satisfacción con el ambiente térmico”.

Los ambientes en una institución educativa, deben caracterizarse por tener condiciones que promuevan la concentración y el estudio. El confort o condiciones básicas de comodidad, se determina por varios factores como comodidad térmica, comodidad auditiva, comodidad visual y mobiliario. El acondicionamiento térmico en un espacio arquitectónico contempla la ventilación y el control de la radiación solar.

La comodidad térmica o confort de temperatura hace referencia a las condiciones ambientales de temperatura que garantizan que el clima en un espacio escolar no perturbe el desarrollo normal de las actividades. Se compone de varios componentes como por ejemplo temperatura del ambiente, parámetros físicos, etc. Si estos parámetros son satisfactorios para la persona, esto se reflejará en su eficiencia la cual subirá positivamente. Una persona en reposo, por solo mantenerse viva genera entre 65 y 80 vatios térmicos.

La segunda condición, el diseño arquitectónico de la institución educativa, genera alta radiación solar por las aberturas y la ubicación con respecto a la entrada de sol y genera altas temperaturas. Los edificios pueden actuar como elementos moduladores del clima mediante el uso de sus diferentes características como ubicación con respecto a la asolación, elementos de ventilación natural, equipos de ventilación mecánica, tamaños de ventanas y radiación solar, materiales, etc.

Según la NTC 4595, Neiva al tener una temperatura entre 22 °C y 32 °C relativamente constante durante todo el día y al tener una humedad relativa promedio de 65% se clasifica dentro de Clima cálido seco.

Para este tipo de situación climática, es indispensable que todos los espacios que conforman una institución escolar cuenten con una ventilación adecuada y las aberturas destinadas para el paso de aire, deben estar orientadas con un ángulo entre los 30° y 90°. De no ser posible lograr estas condiciones se puede buscar apoyo en elementos arquitectónicos que encausen las corrientes de aire. Otra condición importante que afecta la temperatura y ventilación de un espacio es la altura, según la NTC los ambientes escolares en climas cálidos húmedos deben estar entre 2,20 m y 3,5 m de altura libre dependiendo del tipo de espacio como se evidencia en la siguiente tabla.

*Tabla 30. Altura mínima de piso en metros.*

Ambiente	Frío / Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Ambientes E.	2,2	2,2	2,2
Oficinas, cubículos para música, Baños, cuartos de servicio y bodegas.	2,2	2,5	2,5
Ambientes A, B y C	2,7	3,0	3,0
Ambientes F	3,0	3,5	3,5
Ambientes D	No inferior a los F y según disciplina		

(Tomada de la NTC 4595)

De acuerdo a lo establecido en la NTC 4595, el aire para ventilación debe tomarse desde un espacio externo. En la siguiente tabla la norma establece las áreas efectivas de ventilación que debe tener un espacio para garantizar un confort térmico adecuado dependiendo del tipo de clima en el que se encuentre.

Tabla 31. Áreas efectivas de ventilación.

Ambiente	Frío / Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Oficinas, Ambientes A, Ambientes B en bibliotecas, Ambientes D cubiertos y Ambientes F	De 1/15 a 1/12 del área de la planta.	1/9	1/6
Ambientes B en salones de cómputo, Ambientes C, Ambientes E, cocinas y baños	De 1/12 a 1/10 del área de la planta.	1/8	1/5

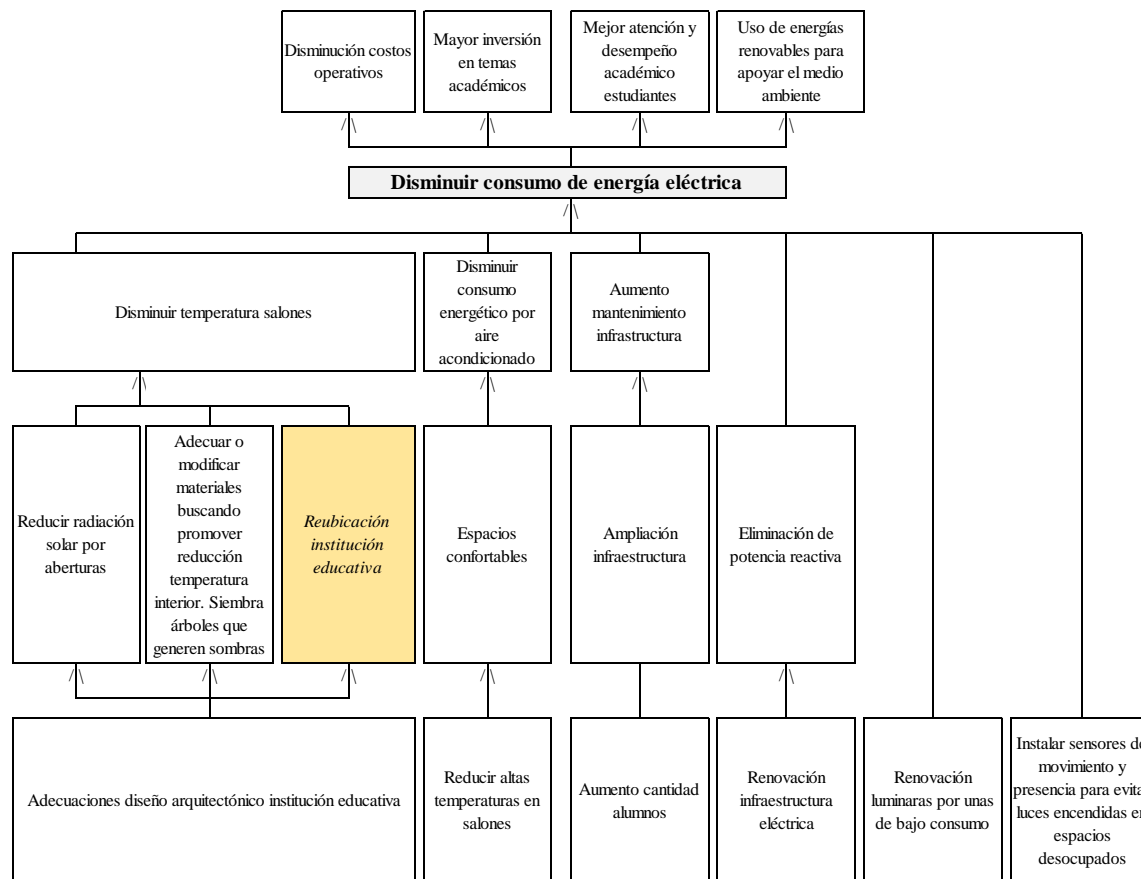
Tomada de la NTC 4595.

Para controlar la radiación solar, es indispensable una buena orientación evitando que las ventanas o radiación directa se encuentren sobre los costados oriental y occidental. Teniendo en cuenta que este plan educativo ya está construido, la solución está en la implementación de sistemas de Aire acondicionado junto con la instalación de elementos arquitectónicos que garanticen la estabilidad y aislación térmica de los lugares donde se instalen dichos equipos y donde la permanencia del personal es más prolongada.



### 4.1.3. Árbol de Objetivos

Tabla 32. Árbol de objetivos



Construcción del autor

El principal objetivo es disminuir el consumo de energía eléctrica. Al lograr este objetivo se disminuirán los costos operativos del colegio, que al ser una entidad sin ánimo de lucro, podrá re-invertir estos rubros en proyectos en beneficio de su propia comunidad y realizará un aporte al medio ambiente evitando mediante el uso de energías renovables no convencionales reduciendo así sus emisiones y huella de carbono. Mediante las reformas estructurales que la institución ya está implementando, logrará incrementar en confort de su personal y con la implementación de un sistema de generación solar Fotovoltaica reducirá o eliminará los impactos económicos y ambientales de dichas reformas.

## 4.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCION

### 4.2.1. Identificación de acciones y alternativas

#### 4.2.1.1. Identificación de alternativas:

Dentro de las alternativas que se plantean para contribuir con la solución del problema se tienen:

- Sistemas de Generación Solar PV: Instalación de sistemas solares fotovoltaicos como solución para una institución educativa. Es importante que se tenga claridad que el modelo debe ser ajustado a las realidades y características propias de cada zona donde se implementará, como niveles de radiación, caracterización de la demanda en especial sobre el uso de la energía.
- Modificaciones a Arquitectura del Plantel: Se recomendarán materiales arquitectónicos aislantes térmicos para ayuda en el control de temperatura y a su vez haga más eficaz el sistema.
- Estudio y Corrección Eficiencia Energética: Se recomendará la realización de un análisis de eficiencia energética para reducir las pérdidas ocasionadas por equipo eléctricamente ineficiente.

#### 4.2.1.2. Criterios de selección y evaluación:

Para evaluar las alternativas de solución Identificadas, se han definido los siguientes criterios de Selección cualitativa:

- Costo: Es el costo estimado de implementación de la solución.
- Complejidad: El Grado de dificultad de implementación y como afectaría la operatividad de la Institución.
- Tiempo ejecución: Tiempo estimado para implementar la solución.

La tabla 33 evalúa cualitativamente las alternativas propuestas

SOLUCIÓN	CRITERIOS EVALUACION		
	COSTO	TIEMPO EJECUCIÓN	COMPLEJIDAD
<b>Generación Solar PV</b>	Alto: Debido a la poca oferta y desconocimiento de la tecnología a nivel local.	Bajo: Una vez iniciado el trabajo, la instalación y puesta en marcha sucede en un tiempo menor a un Mes.	Baja: El sistema es relativamente sencillo y no requiere muchos componentes.
<b>Mod. Arquitectura Plantel</b>	Muy Alto: La modificación en la infraestructura arquitectónica supone cambios en materiales, instalación de aislaciones e instalación de equipos de refrigeración que si bien eliminan el problema de la alta temperatura, no solucionan el incremento en costos por consumo eléctrico.	Alto: La modificación y cambio de materiales en los diferentes espacios supone un tiempo de ejecución alto. Además algunos salones de clases se verían afectados por las obras.	Muy Alto: El realizar modificaciones sobre Obras ya contruidas y operativas es una labor compleja ya que supone la desinstalación de la infraestructura, modificaciones, remplazos, resanes entre otras actividades que ademas afectarían la Operación normal de la Institución.
<b>Mejora Eficiencia Energética</b>	Medio: Requiere un estudio de cada equipo eléctrico conectado a la red para determinar su eficiencia energética. Dependiendo de ello los equipos ineficientes deben ser remplazados por aquellos de tecnología mas eficiente. La desventaja es que no contrarresta en un 100% el incremento en costos por nuevo equipo eléctrico instalado.	Medio: Depende del interés en la institución por reemplazar los equipos ineficientes.	Baja: EL remplazo de equipo ineficiente y el estudio para determinar cuales, son una tarea sencilla, sin mayores afectaciones a la Operatividad de la institución.

Tabla 33 Evaluación de Alternativas de Solución. Construcción del Autor.

Según los argumentos anteriores, la mejor solución es la Implementación de un sistema de Energía Solar Fotovoltaica (PV) ya que a pesar de sus costos de Implementación, la recuperación de la Inversión es de 5-6 años en promedio, la instalación es relativamente rápida y no hay interrupción de la Operatividad normal del Colegio.

#### 4.2.2. Descripción de alternativa seleccionada.

La alternativa seleccionada corresponde a la propuesta de instalación y aprovechamiento de un sistema solar fotovoltaico de pequeña escala en la ciudad de Neiva para la institución “ASPAEN gimnasio la fragua”, Lo anterior implica satisfacer la curiosidad de la comunidad académica con respecto al principio físico que permite obtener electricidad a partir de la luz solar y al funcionamiento de este sistema para el suministro de energía eléctrica a los usuarios. Adicionalmente, se requiere un análisis de la opción técnica y económica de la implantación de tal sistema en la institución. se busca reducir el costo por utilización de aires acondicionados, se sugiere también Implementación elementos arquitectónicos (materiales, aleros, persianas,

aislamientos, vidrios anti solares, etc.) que eviten aumento de temperatura en los espacios y ayuden la eficacia de los equipos de Aire acondicionado.

Dar una alternativa de solución, que agilice las tareas de formulación y diseño, generando ahorro en costos y tiempo, permitiendo que el diseño final tenga en cuenta todos los aspectos técnicos, ambientales, económicos y legales.

#### **4.2.3. Justificación del proyecto**

El planeta afronta una seria crisis energética por el agotamiento de las fuentes de petróleo, gas, etc., energías fósiles que han impactado negativamente la naturaleza y el medio ambiente.

El calentamiento global y el incremento de los gases de efecto invernadero amenazan la existencia de la especie humana, si los Estados y la sociedad en general no asumen una conciencia actuante de los peligros hacia el futuro y no se toman medidas de inmediato que cambien el rumbo de la depredación del medio ambiente.

La utilización de energías alternativas, como la energía solar se impone como una necesidad inaplazable para afrontar estos graves problemas que padece la humanidad.

En muchos países del mundo se viene utilizando la energía solar, pero en Colombia a pesar de las grandes posibilidades que tenemos por estar ubicados en la zona ecuatorial, no se han desplegado acciones y proyectos suficientes con mirar a masificar su utilización.

Se ha avanzado en la creación de normatividad sobre el tema desde el 2014 con la Ley 1715, pero faltan divulgación, conocimiento y apoyo de las entidades estatales para promover el uso de la energía solar.

El proyecto surge de la necesidad de reducir el Impacto en el costo del servicio de Energía eléctrica a causa de la Instalación de equipos de Aire acondicionado para contrarrestar las Altas Temperaturas de la Ciudad de Neiva y la adición de nueva infraestructura en el Colegio. Para cuando la totalidad de los Aires Acondicionados se Instalen, se espera un incremento del 40% en el consumo de energía eléctrica durante los picos de actividad de la Institución por lo que se hace necesario la implementación de una solución que contrarreste ese incremento.

La Instalación de un sistema de energía solar PV, se presenta como una alternativa de solución que no solo contrarresta el Incremento en la factura del servicio de energía eléctrica, sino que además continuará generando beneficios por aproximadamente \$2'600.000/mes en

términos de ahorro, por el tiempo de vida útil de los equipos posterior al retorno de Inversión que se espera en 6 años en el peor de los casos según Análisis de Factibilidad.

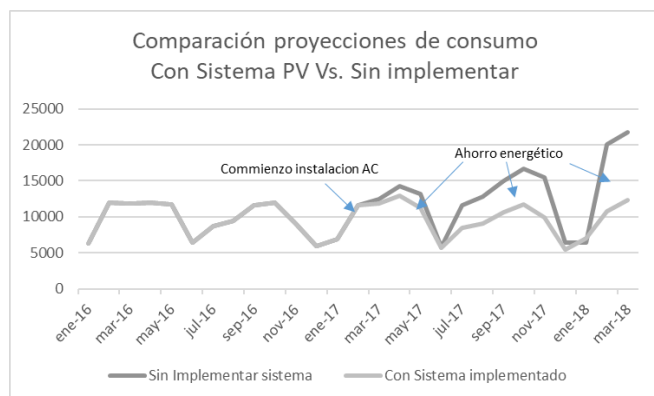
Entre Otros de los beneficios del proyecto, ambientalmente el sistema que no genera gases de Efecto Invernadero durante su Operación, por lo tanto, el consumo energético ahorrado aproximado de 6000 KWh/mes por concepto de energía comercial con un factor de emisión de 0.136 Kg CO<sub>e</sub> /Kwh (CCB, 2012), se traduciría en reducción de la huella de carbono en 816 KgCO<sub>2e</sub>/mes.

## 5. INICIO DEL PROYECTO

### 5.1. CASO DE NEGOCIO

#### 5.1.1. Problema:

El Colegio ASPAEN-Gimnasio “La Fragua” de la ciudad de Neiva, en la búsqueda de mejorar el confort de su población, ha decidido realizar una serie de reformas de infraestructura e instalación de equipos de Aire Acondicionado que traen como consecuencia el aumento en la Facturación del servicio de Energía Eléctrica. El Estudio técnico y de mercado indican que para cuando la totalidad de los equipos de Aire Acondicionado estén operando, en los periodos picos de trabajo, el consumo de energía eléctrica aumentará de los actuales 11000 KWh/mes en promedio a un rango entre 17000 y 22000 KWh/mes dependiendo la época del año, tal y como lo muestra la Gráfica a continuación:



Gráfica 10 Proyecciones consumo Electricidad Colegio La Fragua. Construcción del autor.

A la tarifa actual de \$441 /KWh, el aumento en el consumo de energía eléctrica representará un aumento en los costos del servicio de Electricidad de entre \$2.650.000 - \$4.850.000 mensuales. Se hace necesaria la implementación de una solución que contrarreste el impacto en el aumento en el consumo de Energía eléctrica de la Institución.

#### 5.1.2. Solución

El Proyecto propone la instalación de un sistema de Generación solar Fotovoltaica de que contrarreste el Aumento en los costos del servicio público, que según estudio técnico y financiero, deberá ahorrar como mínimo 6000 KWh/mes (\$2.600.000) a la tarifa actual. El Estudio Financiero recomienda como la mejor solución la alternativa de Generación solar

Fotovoltaica tipo Grid Tie de 30 KW, Con un costo de inversión inicial estimado en \$162.334.032. Con el sistema implementado, El sistema tendrá una reducción en el consumo energético comercial de 6600 KWh/mes que a la tarifa actual (\$441/KWh) representa un ahorro de \$2.910.600 mensuales. Según la Evaluación financiera de la solución, si esta se hace con recursos propios, el retorno de la Inversión se obtendrá al Cabo de 5.5 y se habrán obtenido beneficios al final de la vida útil de los Equipos (20 años) por Valor de \$140.788.625.

Tabla 34. Indicadores financieros

Indicador Ev. Financiera	Cantidad	Unidad
T. Oportunidad	6.50%	
PRN	5.6	Años
PRD	6.5	Años
B/C	2.34	
B/C (desc)	1.86	
TIR	25%	
VAN	\$ 140,788,625.87	COP

Construcción del autor

### 5.1.3. Beneficios

- Económico: Después de cumplir el periodo de retorno de Inversión, La Institución podrá reinvertir en otros proyectos el dinero que de otra forma se estaría pagando por cuenta de servicio de energía eléctrica, Gracias a los Beneficios de la implementación del Proyecto.
- Ambiental: La Implementación del sistema de Generación Solar Reduciría la generación de Gases de Efecto Invernadero por cuenta el uso de energía eléctrica comercial en 10700 KgCOe/año.
- Social: El proyecto incrementaría e impulsaría el crecimiento de la Tecnología a nivel local. Sería el primer Colegio de La ciudad en contar con dicho sistema y la Tercera institución educativa en implementarlo. Además el aporte en la conciencia ambiental de la población Institucional que se vería beneficiada.

## 5.2. GESTION DE LA INTEGRACION

### 5.2.1. Acta de Constitución (Project Charter).

Tabla 35. Acta de Constitución (Project charter)

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO					
PROPÓSITO / JUSTIFICACIÓN PROYECTO / OPORTUNIDAD		EQUIPO DE TRABAJO		LISTA DE INTERESADOS	
Reducción del impacto en el consumo de energía eléctrica de la Institución y sus costos asociados mediante la implementación de un sistema de energía solar.		NOMBRE	ROL	NOMBRE	ROL
<b>META</b> Presentar la alternativa de solución, los planes del proyecto para la implementación de acuerdo a la metodología PMI y su factibilidad económica.			Project manager	Rector del la Institución Educativa	Dirección Institución
<b>OBJETIVOS</b> Recopilar información relevante mediante entrevistas, visitas de campo e información Histórica. Presentar la solución técnica con sus costos y estudio de factibilidad. Presentar los planes para la futura implementación de acuerdo a la metodología PMI.			Repr. Patrocinador	Representante Junta directiva (CORPADE)	Director Junta directiva
			CAPM (Aux. Project)	Padres de familia de la Institución Educativa	Cliente indirecto
			Profesional HSEQ	Estudiantes y Docentes	Clientes directos
			Ejecutor	Contratistas y Proveedores	Ejecutores
ALCANCE	CASO DE NEGOCIO	HITOS	ESTADO	FECHA PREVISTA	FECHA ENTREGA
Presentar el plan para la implementación de un sistema de energía solar para reducir el impacto en el consumo de energía eléctrica de la institución. Presentar la alternativa de solución, costos asociados, factibilidad técnica y económica y los planes para su implementación de acuerdo a la metodología PMI. El proyecto se limita únicamente a los planes para la implementación del sistema. La ejecución y puesta en marcha quedan a consideración de la institución para futuros periodos.	La institución educativa tiene actualmente un consumo promedio mensual de 12000KWh. Cada aire acondicionado (AC) aporta al consumo entre 250-350KWh/mes en promedio dependiendo del tipo de tecnología y tamaño. De acuerdo a los planes de adquisición de la institución, se estima que para cuando todas las aulas requeridas cuenten con sistema de AC, el consumo llegará a los 18000KWh/mes. Un incremento del 50% con sus costos asociados en igual proporción. Se requiere la implementación de un sistema de contrarresto el consumo de energía eléctrica comercial en 6000KWh/mes como mínimo para cuando la totalidad de equipo AC se haya instalado.	Visita de campo realizada e información recopilada y analizada Alternativas de solución documentadas Estudios realizados: Factibilidad, Técnico y Ambiental. Planes según PMI redactados y presentados	● ● ● ●		
<b>LIMITACIONES</b> - Infraestructura existente no modificable. - Horarios de la Institución. No es posible realizar trabajos durante las horas de clases. - Total dependencia de La junta directiva para la toma de decisiones, sobre todo presupuestales. - Disponibilidad de proveedores locales. - Costo y desconocimiento de la tecnología a nivel local.	<b>SUPOSICIONES</b> - El consumo energético se reducirá instalando el sistema. - Poca regulación sobre la tecnología facilitaría la implementación. - La institución planea la implementación en corto plazo y los estudios serán vigentes.	Presentación y aprobación del proyecto Obtener aprobación del presupuesto y financiación Entregar Proyecto Final al patrocinador.	● ● ○		
<b>ENTREGABLES</b> - Estudio Técnico y Diseños. - Análisis de Mercado y Factibilidad. - Planes del proyecto según met. PMI - Documento Proyecto final	<b>RIESGOS DE ALTO NIVEL</b> - Volatilidad de la tasa de cambio. - Falta de oferta a nivel local. - Interes del Patrocinador. - Costo de la tecnología	<b>RESUMEN</b> Fecha inicio proyecto Q2 2018 Fecha fin estimada proyecto Q3 2018 Resumen presupuesto \$ 218.092.808 Impacto económico anual estimado \$30.000.000		<b>JUSTIFICACIÓN FINANCIERA</b> Con una inversión inicial de aproximadamente \$218.092.808, el proyecto ahorra a la institución 6000KWh/mes (\$2640000/mes) a la tarifa actual de Electrohuila. Con equipos de 20 años de Vida útil y una ROI de 5 años. EL proyecto traerá beneficios en ahorro energético durante los 15 años siguientes al punto de equilibrio. <b>APROBACIÓN DEL PROYECTO</b> Directivas de la Institución	Fecha

No iniciado ○

Completado ●

En proceso ●

En riesgo ●

Por fuera ●

Construcción del autor

### 5.2.2. Actas de cierre de proyecto o fase.

<b>Título del Proyecto</b>	
<b>Objetivos Finales del Proyecto</b>	
<b>Fecha de entrega del Proyecto:</b>	<b>Fecha de inicio del Proyecto:</b>
<b>Costo Final del Proyecto</b>	<b>Aporte final del Patrocinador:</b>



<b>Entregables generados por el proyecto:</b>	
<b>Logros el proyecto:</b>	<b>Posibles Aplicaciones de los Resultados:</b>
<b>Beneficiarios del Proyecto:</b>	
<b>Comentarios Generales:</b>	

Figura 16. Modelo acta de cierre de proyecto o fase Adaptado de la página [ugvc.espe.edu.ec](http://ugvc.espe.edu.ec)

### 5.2.3. Control Integrado de Cambios.

La Gestión de Cambios (GDC) del proyecto pretende la mitigación de los riesgos al proyecto en general asociados a las desviaciones al plan original (línea base) de Alcance, Cronograma y presupuesto o a cualquiera de los procedimientos aprobados o acordados, diseños, materiales, equipos, proveedores, personas y cualquier otro factor que resulte en una diferencia significativa respecto al plan original y que pueda resultar en un impacto negativo en los resultados del proyecto o de sus entregables en cualquiera de las fases, del producto final o en el fracaso del proyecto mismo.

La GDC también es un proceso mediante el cual los cambios solicitados y sus riesgos asociados son analizados, revisados, aprobados y comunicados de tal forma que sean implementados mediante un plan de acción que asegura el control del riesgo y un mínimo impacto negativo en los resultados finales o parciales del proyecto.

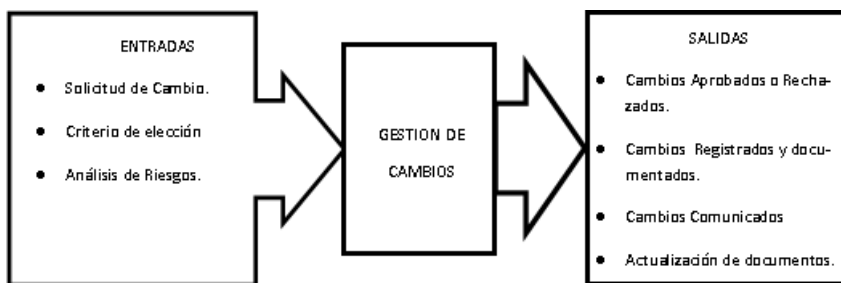


Figura 17. Presenta el proceso del Control integrado de Cambios del Proyecto

El proceso será iniciado y utilizado por todo el equipo humano del proyecto y por cualquiera de los involucrados internos o externos. Este proceso incluirá las provisiones para documentar los cambios, evaluación de estos y sus riesgos, planes de acción y finalmente aprobación.

Entradas -> Criterios de elegibilidad:

El Director del proyecto, el equipo humano o cualquiera de los interesados puede iniciar una Gestión de cambio (GDC) para cambios que potencialmente impacten el proyecto, personas, equipos, la propiedad, procesos, diseños de los productos o servicios o cualquiera de los siguientes criterios en orden de importancia:

- Cambios que puedan afectar la seguridad del equipo de trabajo, contratistas o cualquiera de los involucrados.
- Cambios Operacionales o al diseño de las facilidades donde opera el equipo de trabajo del proyecto o cualquiera que contribuya con la ejecución del mismo.
- Cambios a la línea base del proyecto: Alcance, cronograma o presupuesto.
- Cambios en el diseño aprobado de los productos finales para los que fue concebido el proyecto o para los entregables parciales en cualquiera de sus fases.
- Cambios en los criterios de aceptación de entregables o del producto final que pueda afectar la Calidad de estos.
- Cambios en: equipos, materiales, diseño del equipo y funcionamiento operacional o alteración de dispositivos de seguridad (guardas, barreras, etc).
- Cambios solicitados por el cliente o los involucrados que afecten el diseño del producto o configuración del proyecto o que estén fuera de la línea base o diferentes de los requisitos de productos originalmente aprobados o que no estén contemplados como contingencia.
- Cambios en personal esencial o clave del proyecto.
- Cambios en contratistas claves del proyecto, de sus términos contractuales o de las tarifas.
- Cambios a los procesos o procedimientos acordados en los diferentes planes del proyecto.
- Cambios debidos a la corrección a los indicadores de desempeño (scorecard), a la implementación de acciones correctivas por lecciones aprendidas de un incidente.

- Cambios debidos a la introducción de nueva tecnología, cambios en estándares industriales o políticas organizacionales que puedan impactar la línea base, el producto o sus entregables parciales.
- Cualquier otro cambio que el Director del proyecto, El cliente, o el equipo de trabajo considere que pone en riesgo la seguridad de las personas, al proyecto o a la calidad del producto final.

#### Entradas -> Solicitud de Cambio:

La solicitud de cambio es el inicio del proceso GDC, es un formato que diligencia cualquier miembro del equipo del proyecto, los ejecutores, contratistas o los involucrados para formalmente solicitar que se haga un cambio al proyecto o sus componentes, a sus procedimientos, a alguno de sus entregables o al producto final. El formato de solicitud de cambio proveerá información para documentar el cambio solicitado, el tipo, la urgencia, el criterio de elegibilidad, así como la identificación de quien o quienes inicial la Gestión del cambio y aquellos que deberían ser informados y que no estén en el comité de aprobación de los cambios.

El formato de solicitud de cambios contiene las tres primeras etapas del proceso de gestión de cambios. La [sección 3.1.4](#) contiene el formato de solicitud de cambios.

#### Entrada -> Análisis de Riesgos:

Es un análisis preliminar dedicado particularmente a los riesgos asociados al cambio. Estos pueden afectar personas, equipos, procesos, calidad, el proyecto mismo o a uno de sus componentes o entregables dependiendo de la fase del proyecto y de la magnitud del cambio. El análisis preliminar de riesgos está incluido en el formato de solicitud de cambios descrito en la sección 3.1.4. Así como una breve descripción de los criterios de evaluación para la severidad y la probabilidad del impacto del cambio. La tabla 18 muestra el análisis preliminar de riesgos:

Tabla 36 Formato Análisis de riesgos del control de Cambios

3. ANALISIS DE RIESGOS PRELIMINAR								
Item	Que puede salir mal?				Probabilidad (1 a 4)	Severidad (1 a 3)	Riesgo	Como corregirlo?
1					0	0	0	
2					0	0	0	
3					0	0	0	
4					0	0	0	
5					0	0	0	
6					0	0	0	
7					0	0	0	
8					0	0	0	
9					0	0	0	
10					0	0	0	
Criterios de severidad					Criterios de Probabilidad			
Severidad	NIVEL	Afectacion Personas	Variacion Costos	Variacion Tiempo	Probabilidad	NIVEL	Criterio	
4	Catastrofico	Fatalidad	> 20%	> 20%	3	Frecuente	Ha ocurrido durante este proyecto o en el último semestre	
3	Critico	Incapacidad	>10%	>10%	2	Ocasional	Ha ocurrido en proyectos similares o en el último año.	
2	Marginal	Primeros aux.	2 - 5%	2 - 5%	1	Remota	No ha ocurrido en proyectos de este tipo o en los ultimos tres años	
1	Insignificante	No heridas	< 2 %	< 2 %				
RIESGO								
	ALTO	Cambio improcedente, evaluar otras alternativas.						
	MEDIO	Cambio requiere reunion entre el comité de cambios, expertos y gerentes funcionales para definir planes de acción.						
	BAJO	Cambio procedente para aprobacion por el comité de cambios.						

Construcción del Autor

### Proceso -> Gestión de Cambios:

El Diagrama de bloques del proceso de Gestión de cambios se muestra a continuación:

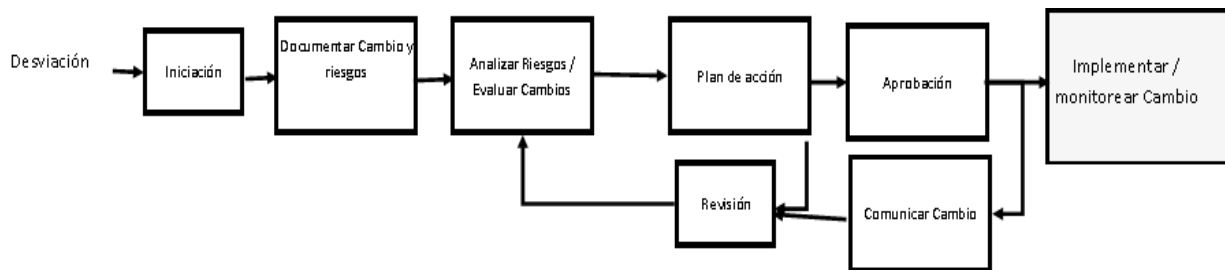


Figura 18 Diagrama de flujo del proceso de Gestión de Cambios. Construcción del Autor.

Los cambios son respuestas a desviaciones en los diferentes componentes del proyecto. Es responsabilidad del director del proyecto y del solicitante del cambio, que el seguimiento del proceso de aprobación y la implementación del cambio se lleve a cabo con el menor impacto negativo posible. Las diferentes etapas del proceso son:

- **Iniciación:** Cuando un miembro del equipo del proyecto, interesado o ejecutor de un trabajo identifica una situación que genera un cambio que alcanza uno o más criterios descritos en la

sección 3.1.2.1; debe diligenciar el formato de Solicitud de cambio para iniciar el proceso de Gestión de Cambios y se convierte en el responsable del proceso junto con el Director del Proyecto.

- Documentar el Cambio y Riesgos: El propósito del cambio debe ser claramente definido en el formato para solicitud de cambios, así como otras propiedades que pueden ser estimadas y que están registradas en el mismo formato. Tales propiedades son:
  - ✓ Temporalidad y duración del cambio. Fechas de finalización o evento que limita la efectividad del cambio.
  - ✓ Costo estimado de la implementación del cambio.

Los riesgos inherentes al cambio también son identificados y registrados en el formato de solicitud.

- Analizar Riesgos / Evaluar Cambio: Los riesgos son evaluados por los responsables de la solicitud de cambio (iniciadores), de acuerdo a los criterios de evaluación que están en el mismo formato de solicitud de Cambios. Tanto la evaluación de riesgos como el nivel de prioridad del tipo de Cambio y sus propiedades de costo y temporalidad, le brindan herramientas suficientes al comité evaluador para tomar decisiones con respecto a la solicitud.
- Plan de Acción: El Comité de evaluación de cambios se reunirá y junto con los responsables (iniciadores) definirán un plan de acción teniendo en cuenta el análisis de riesgos. El plan de acción deberá registrarse en la sección 2 (acciones, Revisión y aprobación) del formato de Solicitud de Cambios. Si el cambio es solicitado por el cliente. Éste deberá hacer parte de la reunión y del comité de aprobación del cambio. El plan de acción debe ser coherente con los riesgos de tal forma que, al ser implementado, los riesgos sean mitigados. A cada tarea del plan de acción se le asignará un responsable y una fecha límite de entrega.
- Revisión y Aprobación: El plan de acción será revisado por el comité evaluador y los involucrados o expertos requeridos y se verificará que efectivamente las tareas están diseñadas para implementar el cambio al mismo tiempo que los riesgos son mitigados y que los responsables tienen el perfil adecuado para dirigirlos o realizarlos. Si el comité evaluador determina que la solicitud, el análisis de riesgos o el plan de acción requieren modificaciones o mejoras, se devolverá a los responsables para corrección hasta que cumpla con las

expectativas o requerimientos del comité evaluador. Una vez la solicitud de cambio ha satisfecho todos los requerimientos del comité de evaluación de cambios. Este será formalizado mediante la comunicación a los involucrados registrados en el formato de solicitud de cambios. Si la evaluación del cambio no es satisfactoria, la solicitud de cambio será rechazada y los responsables deberán buscar alternativas de solución que deberán tramitar nuevamente como solicitud de nuevos cambios.

- Comunicación: Los cambios, correcciones, aprobaciones, rechazos o nuevas solicitudes de cambio, deberán ser comunicadas a todos los involucrados y miembros del equipo que estén registrados en el formato de solicitud de cambios. Allí se ha indicado el rol que desempeña cada quien y su nivel de participación y responsabilidad en el proceso de Gestión del cambio así como sus datos de contacto.
- Implementar y monitorear el Cambio: El director de proyecto y el iniciador de la gestión de cambio (GDC) y los designados por el comité evaluador, son responsables por la implementación y seguimiento de las tareas descritas en el plan de acción, así como de monitorear el cambio. El iniciador y responsable del cambio tienen la responsabilidad de hacer seguimiento a la implementación de los cambios mediante el cumplimiento de las tareas del plan de acción y registrarlas en el formato [PR-GDC-02](#) para el seguimiento de implementación de cambios:

Descripción

Formato

Formato PR-GDC-02, Solicitud y gestión de cambios

  
PR-GDC-01-Solicitud de cambios1.xlsx

### Flujo del proceso de solicitudes de cambios

El diagrama de flujo del proceso de cambios se muestra en la siguiente figura.

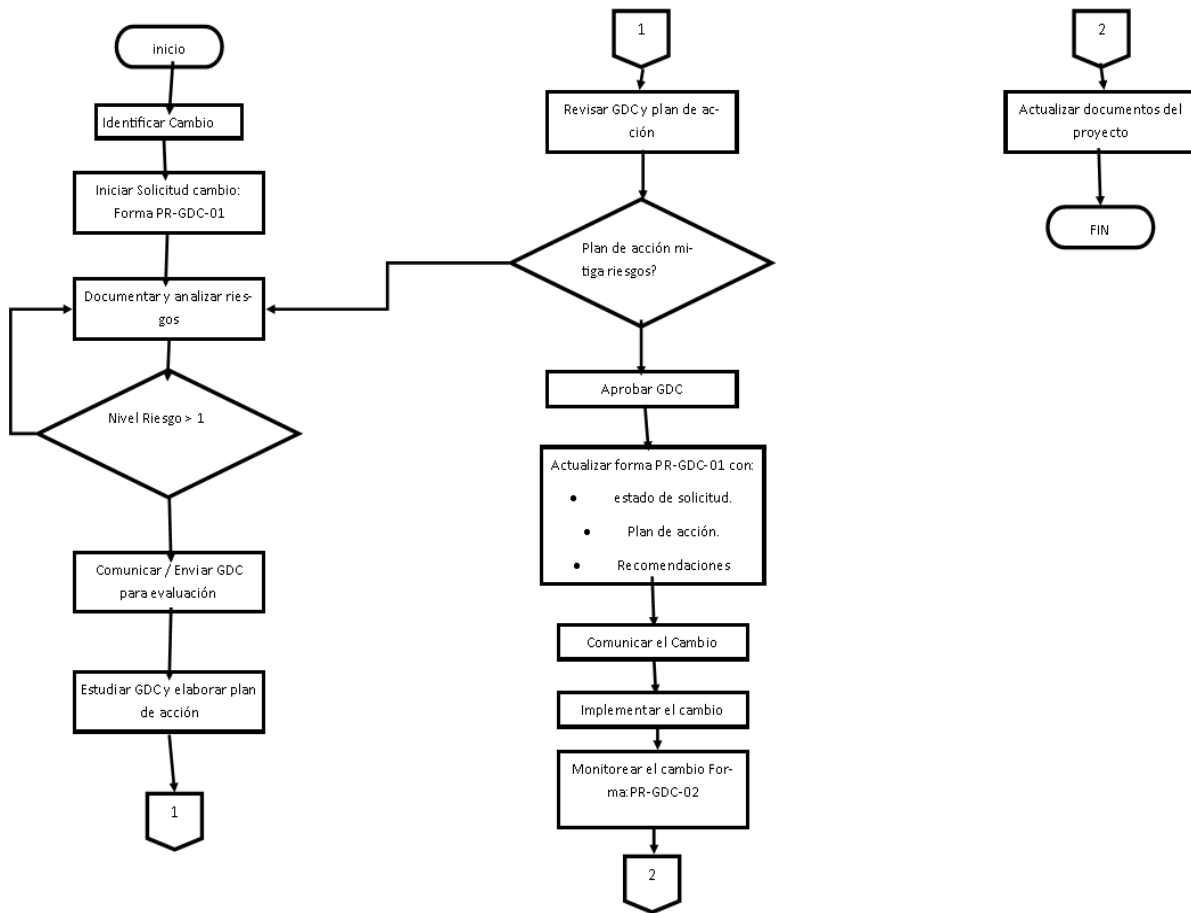


Figura 19 Diagrama de Flujo detallado de la gestión de Cambios. Construcción del Autor

Es importante que quien identifica la desviación en el proyecto, o requiere el cambio, asuma la responsabilidad de Iniciar el GDC, manteniendo comunicación constante con los interesados y el director de proyectos según la fase del proceso GDC de acuerdo a la tabla 33.

Tabla 37 Matriz RACI del proceso de gestión de Cambios

NIVEL RESPONSABILIDAD INTERESADOS							
PROCESO	Director Proyecto	Gestor / responsable del cambio (miembro del equipo o ejecutor)	Equipo del proyecto / Ejecutor	Cliente	Patrocinador	Comité Evaluación de cambios	Expertos / gerentes alto nivel
Iniciar Solicitud	I	R	C	I*		C	
Documentar / Analizar riesgos	I	R	C	R*		C	C, I**
Enviar / Comunicar GDC	I	R	I	I*	I	I	I
Estudiar GDC / Elaborar plan acción	R	R	I	I*	I	C	C, I**
Revisar GDC y plan de acción	C	I	I	R*	I	R	R**
Aprobar GDC	C	I	I	R*	I	R	R**
Actualizar GDC	I	I	I	I*	I	R	I**
Comunicar Cambios	R	R	I	I	I	C	I
Implementar Cambios	R	R	R	C	I	I	I
Monitorear cambios	R	R	C	I	I	I	I
Actualizar Documentos del proyecto	R	C	C	I	I	I	I

(R) Responsable, (C) Consultado, (I) Informado

(\*) Solo si el cambio se debe a una solicitud suya

(\*\*) si la urgencia lo amerita y los riesgos son altos

Construcción del Autor

### Registro de control de cambios

Durante la implementación de los cambios, y de acuerdo a la matriz RACI del proceso (tabla 22) es responsabilidad del Director del proyecto y del gestor responsable del cambio como del equipo del proyecto, la ejecución, el monitoreo y control de las diferentes tareas propuestas en el plan de acción. El formulario que cumple este propósito es el PR-GDC-02, que se muestra en la figura 20.



FORMATO SEGUIMIENTO DE CAMBIOS								Componente: Plan de Gestión de Cambios		
Proyecto: IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR EN EL COLEGIO "ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA" DE NEIVA								Numero de documento:		
Proceso: Gestión de Cambios (GDC)		Cliente / Patrocinador: ASPAEN Gimnasio La Fragua / CORPADE						PR-GDC-02		
Propietario del proceso: Director del Proyecto		Formato aprobado por: Comité de Gestión de cambios		Formato revisado por: Director del Proyecto		Fecha Revisión 31-mar-17		No. Revisión 1		Page: 1 de 1
implementacion de camhios										
TAREA	DESCRIPCION	SOLICITUD CAMBIO No.	% completado	FECHA	% completado	FECHA	% completado	FECHA	TERMINADO	FECHA
1									<input type="checkbox"/>	
2									<input type="checkbox"/>	
3									<input type="checkbox"/>	
4									<input type="checkbox"/>	
5									<input type="checkbox"/>	
6									<input type="checkbox"/>	
7									<input type="checkbox"/>	
8									<input type="checkbox"/>	
9									<input type="checkbox"/>	
10									<input type="checkbox"/>	

Figura 20 Registro, seguimiento y Control de Cambios. Construcción del Autor.

### Evaluación y aprobación de las solicitudes de cambio

La evaluación y aprobación de las solicitudes de cambio es responsabilidad del comité de evaluación de cambios, en algunas ocasiones con acompañamiento del Cliente o de un Gerente de alto nivel, dependiendo del riesgo y urgencia del cambio. La tabla 34 resume la conformación del equipo evaluador según las condiciones de riesgo y urgencia.

En cuanto a los criterios de evaluación se describen en la tabla 24, igualmente dependiendo de la Urgencia y el riesgo del cambio.

Tabla 38 Conformación del Equipo de Evaluación de Cambios

CONFORMACION EQUIPO EVALUADOR DE CAMBIOS				
Solicitud Cliente	Prioridad	Riesgo (resultado mas alto del análisis de riesgos de la GDC)		
		Alto	Medio	Bajo
SI	Alta	- Comité de Evaluación. - Gerente funcional. - Director del Proyecto. - Representante del cliente.	- Comité de Evaluación. - Director de Proyecto. - Representante del Cliente	- Comité de Evaluación. - Rep. Del cliente.
	Media	- Comité de Evaluación. - Gerente funcional. - Director del Proyecto. - Representante del cliente.	- Comité de Evaluación. - Director de Proyecto. - Representante del Cliente	- Comité de Evaluación. - Rep. Del cliente.
	Baja	- Comité de Evaluación. - Gerente funcional. - Representante del cliente.	- Comité de Evaluación. - Representante del Cliente	- Comité de Evaluación. - Rep. Del cliente.
NO	Alta	- Comité de Evaluación. - Gerente funcional. - Dir. Del proyecto	- Comité de Evaluación.	- Comité de Evaluación.
	Media	- Comité de Evaluación. - Gerente funcional.	- Comité de Evaluación.	- Comité de Evaluación.
	Baja	- Comité de Evaluación. - Gerente funcional.	- Comité de Evaluación.	- Comité de Evaluación.

Construcción del Autor

Tabla 39 Criterios de evaluación y aprobación de Cambios

CRITERIOS DE EVALUACION / APROBACION DE CAMBIOS			
Prioridad	Riesgo (resultado mas alto del analisis de riesgos de la GDC)		
	Alto	Medio	Bajo
<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La solicitud es rechazada hasta tanto no se reduzca el riesgo a medio.</li> <li>- Si el riesgo no logra reducirse, deben buscarse otras alternativas de solución.</li> <li>- La evaluacion / aprobación debe ser inmediata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar controles para la mitigación de los riesgos.</li> <li>- Se aprueba si se determina que los riesgos pueden ser controlados.</li> <li>- Se rechaza si los riesgos que envuelven personas no pueden ser reducidos al nivel BAJO.</li> <li>- El plan de acciones debe ser coherente con la mitigación de los riesgos.</li> <li>- La evaluacion / aprobación debe ser inmediata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La solicitud se aprueba.</li> <li>- El plan de acciones debe ser coherente con la mitigación de los riesgos.</li> <li>- La evaluacion / aprobación debe ser inmediata.</li> </ul>
<b>Media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La solicitud es rechazada hasta tanto no se reduzca el riesgo a medio.</li> <li>- Si el riesgo no logra reducirse, deben buscarse otras alternativas de solución.</li> <li>- La evaluacion / aprobación debe suceder antes de 48 hr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar controles para la mitigación de los riesgos.</li> <li>- Se aprueba si se determina que los riesgos pueden ser controlados.</li> <li>- Se rechaza si los riesgos que envuelven personas no pueden ser reducidos al nivel BAJO.</li> <li>- El plan de acciones debe ser coherente con la mitigación de los riesgos.</li> <li>- La evaluacion / aprobación debe ser antes de 48 hr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La solicitud se aprueba.</li> <li>- El plan de acciones debe ser coherente con la mitigación de los riesgos.</li> <li>- La evaluacion / aprobación debe ser antes de 48 hr.</li> </ul>
<b>Baja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La solicitud es rechazada hasta tanto no se reduzca el riesgo a medio.</li> <li>- Si el riesgo no logra reducirse, deben buscarse otras alternativas de solución o descartar el cambio.</li> <li>- La evaluacion / aprobación debe suceder antes de 7 días.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar controles para la mitigación de los riesgos.</li> <li>- Se aprueba si se determina que los riesgos pueden ser controlados.</li> <li>- Se rechaza si los riesgos que envuelven personas no pueden ser reducidos al nivel BAJO.</li> <li>- El plan de acciones debe ser coherente con la mitigación de los riesgos.</li> <li>- La evaluacion / aprobación debe ser antes de 7 Dias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La solicitud se aprueba.</li> <li>- El plan de acciones debe ser coherente con la mitigación de los riesgos.</li> <li>- La evaluacion / aprobación debe ser antes de 7 días.</li> </ul>

Construcción del Autor

### Comité de control de cambios CCB

El comité de control de cambios o de Evaluación de cambios se encarga de dar soporte al DP y al responsable del cambio (iniciador) a lo largo del proceso de Gestión de Cambios. También se encarga de evaluar y aprobar las solicitudes de cambio con el Apoyo del cliente o de Gerentes funcionales o expertos cuando es requerido. La tabla 25 muestra los integrantes del comité de control de cambios (Evaluación de cambios):

Tabla 40 Comité de Control de Cambios.

COMITÉ DE CONTROL DE CAMBIOS				
Rol	Nombre	Contacto	Descripción	Deliverac.
Director Administrativo	Andres Borrero	<a href="mailto:administracion@lafragua.edu.co">administracion@lafragua.edu.co</a>	Representante del Colegio ante contratistas y terceros. Es "Rep. del Cliente"	Voz y Voto
Representante CORPADE	TBD	TBD	Representante de los padres de familia y de la junta aprobadora de presupuesto	Voz y Voto
Director del proyecto	TBD	TBD	Representante del equipo ejecutor del proyecto.	Voz y Voto
Experto	TBD	TBD	Experto en la disciplina del proyecto. (representante del contratista ejecutor).	Voz
Rector	TBD	TBD	Es el encargado de las desiciones de mas alto nivel junto con el consejo directivo del colegio	Voz y Voto

*Construcción del Autor.*

### Responsabilidades Aprobación del plan de gestión de cambios

Las responsabilidades del proceso de control de cambios están descritas en la Matriz RACI (Tabla 37).

Como políticas de seguimiento y control es indispensable que se revisen los indicadores del proyecto por lo menos una vez al mes para medir el avance del mismo y poder controles cualquier variación y reajuste necesario. El director de proyecto será el encargado de analizar los resultados y presentarlos al cliente, colegio junto con las conclusiones y planes de contingencia o de ajuste si llegan a requerirse para cumplir con las metas del proyecto. Será el cliente, representado por el rector del colegio y la junta de padres quienes tomaran cualquier decisión que implique modificaciones o ajustes en el proyecto.

Los registros mensuales de la medición de indicadores deberán tabularse para realizar el estricto seguimiento.

## **6. PLANES DE GESTION**

A continuación, se presentan los planes de gestión que servirán como guía a los directivos de la institución, al director del proyecto y al equipo del proyecto en la Implementación del mismo. Los planes descritos en este capítulo son:

- Plan de Gestión de Alcance.
- Plan de Gestión de Cronograma.
- Plan de Gestión de Costos.
- Plan de Gestión de Calidad.
- Plan de Gestión de Recursos Humanos.
- Plan de Gestión de las Comunicaciones.
- Plan de Gestión de Riesgos.
- Plan de Gestión de Adquisiciones.
- Plan de Gestión de Interesados.

## 6.1. PLAN DE GESTION DE ALCANCE

Plan de gestión del alcance aplicado al proyecto ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA, describe la línea base del alcance del proyecto compuesta de la estructura de desglose del trabajo (EDT) y el diccionario de la misma; además de presentar el formato para hacer seguimiento a los requisitos, la matriz de trazabilidad de requisitos.

### 6.1.1. Línea base del Alcance - EDT.

El primer componente de la línea base del alcance del proyecto es la EDT; para este proyecto se ha definido una de tres niveles de desagregación. La figura 22, muestra la EDT para el proyecto con cada uno de sus paquetes de trabajo.

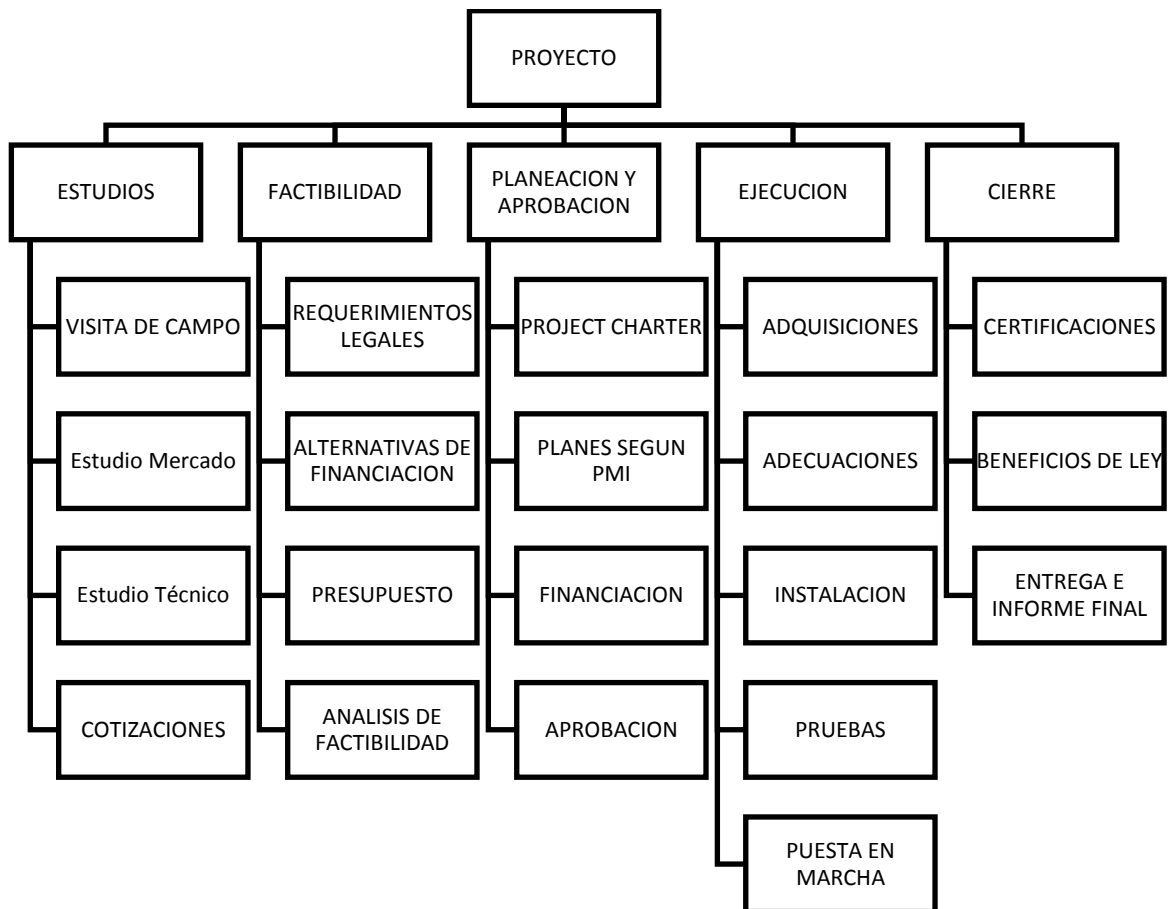


Figura 21. Estructura de desglose de trabajo. Construcción del autor

## 6.1.2. Diccionario de la EDT.

Tabla 41 Diccionario EDT.

DICCIONARIO EDT				
ID	FASE	ACTIVIDAD	Observaciones	ENTREGABLES
1 ESTUDIOS				
1A	ESTUDIOS	Recolectar Información	Obtener Información general y corporativa del Colegio. Revisar Políticas, Procesos y estrategias de la institución. Identificar Miembros directivos y Estratégicos para el proyecto.	- Matriz de requerimientos legales. - Informe sistema de Gestión de la Institución. - Matriz de Interesados, Organigrama de la institución. - Inventario actual y proyectado de equipo eléctrico de la Inst.
1B		Realizar Estudio de Mercado	Obtener Tarifas proveedor actual de energía eléctrica. Obtener Facturas de Pago de los seis últimos meses. Obtener proyección de instalaciones de Nuevo equipo eléctrico y especificaciones técnicas. Realizar Proyecciones de demanda energética de la institución.	- Cuadros históricos de tarifas electrohulla con proyecciones a 20 años. - Cuadros con información de Facturas de servicio eléctrico de los 6 últimos meses.
1C		Realizar Estudio Tecnico	Obtener Inventario eléctrico del Colegio actual y proyectado. Obtener información técnica relevante (planos, especificaciones, estudios previos) Realizar estudio de carga eléctrica de la institución con proyecciones.	- Inventario de equipo eléctrico actual y proyectado de la institución. - Planos estructurales y eléctricos, actuales y de futura infraestructura de la institución. - Estudio de Cargas y consumos de la institución proyectado a 20 años.
1D		Identificar Proveedores	Obtener Diferentes tipos de solución. Obtener cotizaciones de las soluciones. Obtener información de contacto de proveedores. Obtener diseños previos de soluciones.	- Informe con alternativas de diseños de solución. - Cotizaciones de las soluciones. - Matriz de Contacto de posibles proveedores. - Diseños preliminares.
2 Factibilidad				
2A	Factibilidad	Buscar información legal, Financiera y tributaria	Regulaciones, Leyes e impuestos aplicables a proyectos de energía renovable.	Regulaciones, Leyes e impuestos aplicables a proyectos de
2B		Buscar alternativas de Financiación	Financiación a proyectos de energía renovable, Tasas de interés y condiciones.	Financiación a proyectos de energía renovable, Tasas de interés y
2C		Realizar presupuesto del proyecto	Obtener el valor total del proyecto discriminando todos los rubros.	Obtener el valor total del proyecto discriminando todos los
2D		Realizar análisis de factibilidad	Proyecciones, Flujo de caja, Indicadores (TIR, VAN, Costo/Beneficio), Tiempos de recuperación.	Proyecciones, Flujo de caja, Indicadores (TIR, VAN, Costo/Beneficio), Tiempos de recuperación.
2E		Obtener Financiación	Recolectar Documentación requerida por la Entidad financiera.	Recolectar Documentación requerida por la Entidad financiera.
		Obtener permisos y Licencias		
3.PLANEACION				
3A	PLANEACION	Realizar el documento base del proyecto y el project charter.	Redacción del documento base del proyecto con todos los planes requeridos según metodología PMI.	- Project Charter. - Plan de Gestión de Alcance, Cronograma, Costo, Calidad, Gestión de cambios, Riesgos, Adquisiciones y dirección del proyecto.
3B		Presentar proyecto y del Acta	Obtener requerimientos legales para los ejecutores. Obtener requerimientos administrativos y HSE para los ejecutores. Presentar el proyecto al departamento Legal y Administrativo del Colegio. Presentar el proyecto a los directivos del Colegio. Anotar correcciones y/o modificaciones.	- Matriz de requisitos legales para contratistas según sistema de gestión de la institución. - Matriz de requisitos HSEQ para contratistas según sistema de gestión de la institución. - Informe preliminar del proyecto entregado a los directivos. - Informe Final del proyecto aprobado con el registro de revisiones.
3C				
3D		Realizar correcciones y obtener Aprobación Final	Obtener aprobación presupuestal.	presupuesto aprobado
3E		Obtener Financiación.	Presentar el proyecto a la entidad financiera. Obtener Aprobación del crédito.	Notificación de la entidad financiera con aprobación del monto solicitado.
3F		Publicar El Acta del Iniciación (Project Charter)		Project Charter Publicado.
4 EJECUCION				
	EJECUCION	Evaluar Propuestas	Evaluar Diseños finales. Evaluar propuestas económicas y/o de financiación.	Matriz de evaluación de Propuestas.
		Seleccionar ejecutor y Adjudicar Contrato.	Dejar Claro los términos de Pago, Plazos, Garantía y Soporte Técnico del sistema. Requerimientos, Tecnicos, Legales, Laborales, HSE, Calidad, Garantias, Post Venta	Evaluación de propuestas ponderada y clasificada, con Ganador (es) entificado(s).
4A		Adquirir Equipos	Realizar negociación y firma de los contratos	Contratos Negociados y Firmados
4B		Transporte de equipos, estructura, materiales e insumos electricos.	Entrega de equipos y materiales en el sitio del proyecto.	Equipos recibidos en la Institución.
4C		Adecuar espacios	Espacios adecuados	Espacios adecuados
4D		Montar de Estructuras de Soporte y marcos para paneles.	Estructura de soporte montada	Estructura de soporte montada
4E		Instalar Paneles Solares	Paneles solares instalados	Paneles solares instalados
4F		Tender Cableado /Instalar ducteria y Tomas eléctricas/ Resanes	Ducteria y cableado tendido hasta el inversor. Resane de estructuras aprobado x cliente.	Ducteria y cableado tendido hasta el inversor. Resane de estructuras aprobado x cliente.
4G		Montar e Instalar Inversor y demás equipos requeridos.	Inversor / regulador instalado y operativo	Inversor / regulador instalado y operativo
4H		Modificaciones y adaptaciones del tablero electrico		Tablero electrico modificado y operativo.
4I		Conexión de Inversor y puesta a tierra.		Puesta a tierra instalada y probada.
4J		pruebas de funcionamiento y monitoreo		Pruebas realizadas y conformes con Plan gestion Calidad.
4K		Entrega del Sistema		Sistema aceptado por la Institución.
5 Cierre				
5A	Cierre	Cancelar Saldos	Realizar pagos y desembolsos pendientes.	Contratos cerrados. Proveedores Evaluados.
5B		Obtener Certificados	Garantía del Fabricante. Garantía de la ejecución. Soporte Técnico (Mantenimiento Post Venta) Certificados De Energía renovable No Convencional expedidor autoridad ambiental o Competente en la zona (CAM/ANLA) de acuerdo con ley 1715 /14 y a los procedimientos de los decretos reglamentarios 2143/15 UPME. Registro del proyecto ante la UPME.	- Garantía del Fabricante. - Garantía de la ejecución. - Contrato Soporte Técnico (Mantenimiento Post Venta) - Certificados De Energía renovable No Convencional expedidor autoridad ambiental o Competente en la zona (CAM/ANLA) de acuerdo con ley 1715 /14 y a los procedimientos de los decretos reglamentarios 2143/15 UPME. - Registro del proyecto ante la UPME.
5C		Obtener beneficio tributario Ley 1715.	Notificar a la DIAN sobre la obtención del beneficio.	Resolución DIAN notificando el acceso al beneficio tributario.
5D		Entregar documentación del proyecto.	Entregar Documentación del proyecto	Acta de recibo de documentos del proyecto.
5E		Presentar Balance, Resultados Finales y Proyecciones	Reunion con los interesados	Acta de reunión de cierre

Construcción del autor.

### 6.1.3. Matriz de trazabilidad de requisitos.

El formato a continuación se utilizará para realizar seguimiento a los requisitos del proyecto en cada una de sus fases.

Figura 22. Matriz trazabilidad de requisitos. Construcción del autor.

MATRIZ TRAZABILIDAD REQUISITOS / ENTREGABLES									
<b>Proyecto:</b> Estudio E&A para implementación de sistema de ahorro de energía eléctrica por generación solar fotovoltaica. Gimnasio La Fragua, Neiva					<b>Formato: PR-GDA-01</b>				
					<b>Rev 1</b>				
<b>Cliente:</b>	<b>ASPAEN Gimnasio La Fragua</b>		<b>Dir. Proy:</b>		<b>Fecha Revisión: mm/dd/aaaa</b>				
ID ACTIVIDAD (WBS)	FASE	ENTREGABLE	RESPONSABLE	PRIORIDAD (H, M, L)	ESTADO	FECHA PLANEADA ENTREGA	FECHA ACTUAL ENTREGA	DIFERENCIA (Días)	VALIDACION
1A	Estudios	Doc. Matriz de requerimientos Legales	Aux. Dir proyecto			Semana 1		#¡VALOR!	
1A	Estudios	Informe sistema de Gestión del Colegio	Director proyecto			Semana 1			
1A	Estudios	Doc. Matriz de Interesados y Esquema Organizacional	Aux. Dir proyecto			Semana 1			
1B	Estudios	Reporte de Históricos Tarifarios de electrohuila con proyecciones a 20 años.	Aux. Dir proyecto			Semana 1			
1B	Estudios	Informe y base de datos de Facturación servicio energía eléctrica del Colegio del último año.	Gerente Admin. Colegio			Semana 1			
1C	Estudios	Inventario actual y proyectado de equipo eléctrico del Colegio.	Gerente Admin. Colegio			Semana 2			
1C	Estudios	Planos Estructurales y Eléctricos actuales y de futura infraestructura del Colegio.	Gerente Admin. Colegio			Semana 2			
1C	Estudios	Estudio de Cargas y consumos de la Institución con proyecciones a 20 años.	Electrohuila / Director del proyecto			Semana 2			
1D	Estudios	Informe con Alternativas de solución.	Director proyecto			Semana 2			
1D	Estudios	Cotizaciones preliminares	Potenciales proveedores / Aux DP.			Semana 3			
1D	Estudios	Matriz de Proveedores	Aux. Director Proy			Semana 3			
1D	Estudios	Diseños preliminares	Potenciales proveedores / Aux DP.			Semana 3			
2A	Factibilidad	Matriz de información Financiera y Tributaria aplicable a proyectos Energía Renovable	Director proyecto			Semana 3			
2B	Factibilidad	Informe de Análisis de Alternativas de Financiación	Director proyecto			Semana 3			
2C	Factibilidad	Presupuesto del Proyecto	Director proyecto			Semana 4			
2D	Factibilidad	Evaluación Financiera del proyecto	Director proyecto			Semana 7			
2E	Factibilidad	Permiso Ambiental	Director proyecto			Semana 6			
2E	Factibilidad	Permiso Intervención / Conexión Red eléctrica	Gerente Admin. Colegio			Semana 6			
2F	Factibilidad	Matriz de requerimientos y Requerimientos de la Entidad financiera elegida	Director proyecto			Semana 7			



3A	Planeación	Acta de Constitución	Director proyecto			Semana 9			
3A	Planeación	Planes de Gestión finalizados: Alcance, Cronograma, Costos, Calidad, Riesgos, Adquisiciones, Dirección del Proyecto y Gestión de Cambios.	Equipo del Proyecto			Semana 17			
3B	Planeación	Informe preliminar del Proyecto entregado	Director proyecto			Semana 24			
3F	Planeación	Publicación del Acta de Constitución y Comunicación del proyecto en Versión Aprobada	Director proyecto			Semana 35			
4A	Ejecución	Matriz de Evaluación de Propuestas Documentada y evaluada	Aux director Proy			Semana 40			
4A	Ejecución	Proveedor venta e instalación de Sistema Solar PV seleccionado y contrato legalizado	Gerente Admin. Colegio			Semana 41			
4B	Ejecución	Equipos sistema de Generación Solar PV (Paneles, Estructura de montaje y tornillería, Inversor, regulador, cableado, baterías, Accesorios, materiales, insumos y herramientas requeridos) y entregados en el sitio de Trabajo.	Contratista			Semana 45			
4B	Ejecución	Personal Técnicos Instaladores e Ingeniero Supervisor para Instalación, adecuación de espacios e instalaciones y otros especificados en el Alcance del trabajo. Incluye aprovisionamiento de EPP y certificaciones y competencias aplicables según requerimientos SGSST Notificados para iniciar labores.	Contratista			Semana 44			
4B	Ejecución	Supervisor de HSEQ Elegido y Notificado para iniciar labores.	Director proyecto			Semana 44			
4B	Ejecución	Inicio de Labores de Adecuación.	Contratista			Semana 48			
4B	Ejecución	Estructura de soporte paneles Instalada.	Contratista			Semana 50			
4B	Ejecución	Paneles solares, Cableado y Ductería Instalados.	Contratista			Semana 50			
4B	Ejecución	Instalación y Anclaje del Inversor, Transformador / regulador y Gabinete.	Contratista			Semana 51			
4B	Ejecución	Modificaciones y adaptaciones al tablero eléctrico realizadas.	Contratista			Semana 51			
4B	Ejecución	Reparaciones y resanes realizados y aceptados.	Contratista			Semana 53			
4G	Ejecución	Conexión Inversor / Intervención de la Subestación	Contratista			Semana 53			
4I	Ejecución	Puesta a tierra conectada.	Contratista			Semana 51			
4J	Ejecución	Sistema probado, monitoreado y aceptado.	Contratista			Semana 53			
4B	Ejecución	Servicio Técnico y mantenimiento Posventa adquirido.	Gerente Admin. Colegio			Semana 52			
5c	Cierre	Certificado ambiental Expedido por ANLA / CAM.	Director proyecto			Semana 54			
5c	Cierre	Proyecto Registrado en la UPME	Director proyecto			Semana 55			
5c	Cierre	Beneficio ley 1715 Obtenido de UPME y DIAN.	Director proyecto			Semana 56			
5e	Cierre	Informe Final / Acta de cierre	Director proyecto			Semana 53			

## 6.2. PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA.

El plan de gestión del cronograma aplicado al proyecto ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA , describe la línea base de la gestión del tiempo del proyecto. Brinda herramientas para la Gestión adecuada donde se utiliza la metodología PERT para el cálculo de las estimaciones de la duración de las actividades; describe los indicadores de gestión del cronograma con método del Valor Ganado (EVM); describe la ruta crítica del proyecto en el diagrama de red y finalmente el cronograma en diagrama Gantt para el seguimiento y control usando MS Project.

Los formatos para los informes de estado y de gestión del cronograma pueden consultarse en la sección 6.6 Plan de gestión de comunicaciones.

### 6.2.1. Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas.

En la siguiente tabla muestra la duración estimada de las actividades a realizar teniendo en cuenta una duración optimista, una duración pesimista y su varianza.

Tabla 42. Duración Proyecto Método PERT.

Id	Actividad	Predecesora	Duración Optimista	Duración Pesimista	Varianza
9	Búsqueda información legal, financiera y tributaria	2	16	25	2,25
10	Buscar alternativas financiación	9	15	25	2,78
11	Realizar presupuesto proyecto	10;7	5	16	3,36
20	Evaluar propuestas	19;11	5	15	2,78
23	Adecuar espacios	20	11	20	2,25
24	Montaje estructuras soporte	20	10	20	2,78
25	Instalar paneles solares	23;24;22;26	5	15	2,78
26	Instalaciones eléctricas	20	10	20	2,78
27	Montar inversor y demás equipos	25	10	20	2,78
28	Pruebas sistema	27	12	20	1,78
29	Conexión sistema	26;28	10	20	2,78
32	Cancelar saldos	29	40	50	2,78
33	Obtener certificados	32	40	55	6,25
34	Obtener beneficios tributarios	32	40	60	11,11
35	Entrega documentación proyecto	34	15	25	2,78
36	Entrega cifras	34	15	25	2,78
Suma de varianzas					54,78
Días					7,40
Duración certera proyecto por varianza					382,40

*Construcción del autor*

### 6.2.2. Línea base tiempo e indicadores de gestión.

Los indicadores de gestión de tiempo en el proyecto nos muestran si realmente se está ejecutando dentro del cronograma establecido inicialmente. Mediante este indicador se define si la ejecución del proyecto está atrasada o adelantada. SV (Schedule Variance) que en español traduce variación del cronograma se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$SV = EV - PV$$

EV Earned value – Valor ganado

PV Planned value – Valor planeado

Cuando:

SV<0 el proyecto está atrasado con respecto a la línea base

SV=0 el proyecto está dentro del cronograma establecido

SV>0 el proyecto se ha ejecutado más rápido de lo planeado

La otra fórmula que se desprende de la anterior es el porcentaje del SV calculado de la siguiente manera:

$$SV\% = SV/PV$$

El resultado obtenido expresa el porcentaje del trabajo planeado que no ha sido ejecutado o que ha sido ejecutado de más.

Para determinar qué tan eficientemente se está utilizando el tiempo se usará el índice SPI (Schedule performance index) o índice de resultados del cronograma que se calcula de la siguiente forma:

$$SPI = EV / PV$$

El valor arrojado indica qué porcentaje de la jornada normal de trabajo está realmente siendo efectiva.

Otro índice para determinar el tiempo que falta para terminar las actividades teniendo en cuenta el avance histórico es la EAC (Estimate at completion) o estimado a la terminación, que se calcula de la siguiente manera:

$$EAC = (BAC/SPI) / (BAC/ \text{meses})$$

BAC – Budget at complete

El resultado arrojado en meses equivaldrá a la duración total del proyecto. Para determinar cuánto tiempo falta para terminar, se resta el resultado de la fórmula al tiempo total previsto para el proyecto.

### 6.2.3. Diagrama de Red

En el siguiente diagrama de red podemos apreciar las actividades predecesoras y antecesoras en el proyecto.

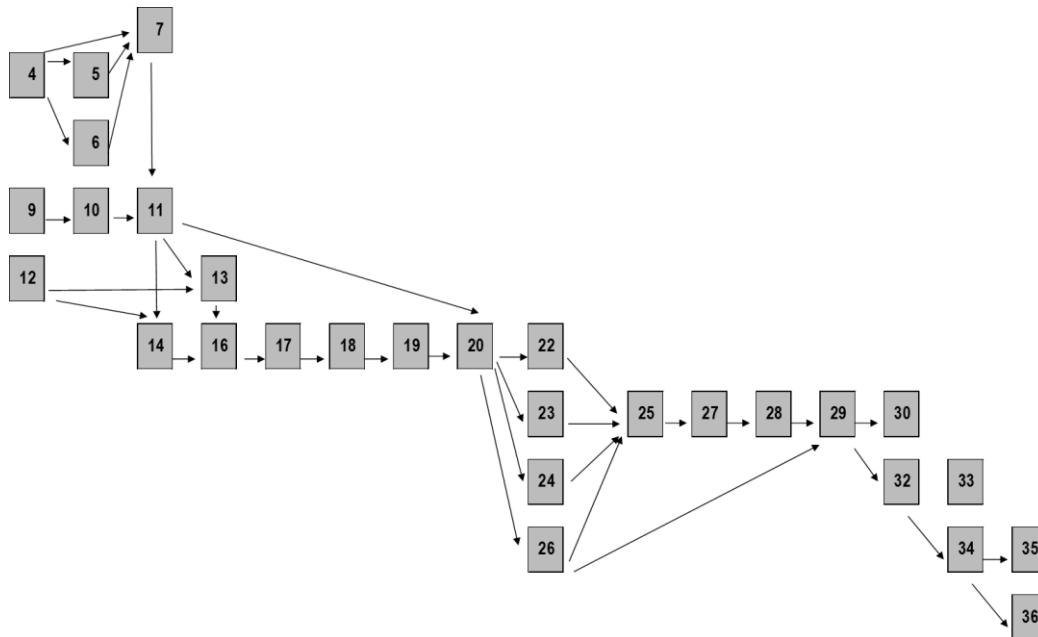


Figura 1. Diagrama de Red. Construcción del autor

#### 6.2.4. Cronograma – Diagrama de Gantt y ruta crítica.

El diagrama de Gantt del proyecto nos muestra que tendrá una duración total de 375 días divididos en cuatro fases. La primera, etapa de diagnóstico, estudios y diseños en la cual se debe buscar y analizar la información que se tenga sobre la problemática a revisar. El segundo la fase de factibilidad en la cual se analizan las diferentes alternativas encontradas y la viabilidad de cada una. La tercera es la fase de ejecución de las obras y pruebas del sistema. La cuarta o última es la fase de cierre en la que se analizan los resultados obtenidos y se comparan contra lo propuesto en el proyecto así como mejoras si no se cumplen con los indicadores planteados.



Figura 23. Construcción del autor

#### Descripción ruta crítica

Para la fase de implementación, encontramos que al inicio y hacia el medio de duración del proyecto existen algunos días de holgura, pero al final, todas las actividades hacen parte de la ruta crítica no hay holguras que puedan contrarrestar atrasos.

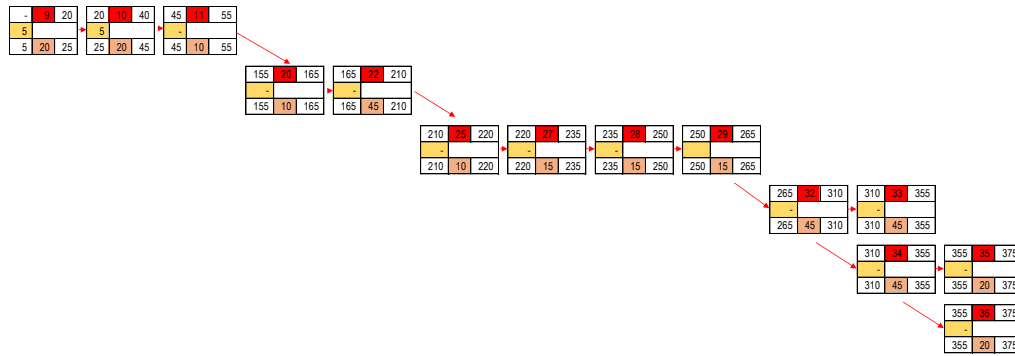


Figura 24. Ruta Crítica. Construcción del autor

## 6.2.5. Nivelación de recursos y uso de recursos.

Tabla 43. Nivelación De recursos y uso de recursos

Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Nombres de los recursos	% completado	Costo
<b>Programada automáticamente</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN PANELES SOLARES</b>	<b>375 días?</b>	<b>mar 27/06/17</b>	<b>mar 25/12/18</b>		<b>0%</b>	<b>\$218.092.808</b>
Programada automáticamente	Inicio proyecto	0 días	mar 27/06/17	mar 27/06/17		0%	\$0
<b>Programada automáticamente</b>	<b>DIAGNÓSTICO, ESTUDIOS Y DISEÑOS</b>	<b>45 días</b>	<b>mar 27/06/17</b>	<b>vie 1/09/17</b>		<b>0%</b>	<b>\$2.607.000</b>
Programada automáticamente	Recolección información	15 días	mar 27/06/17	mar 18/07/17	A proyecto 1[50%];A proyecto 3[50%];Tiquetes de avión;Viáticos	0%	\$369.000
Programada automáticamente	Realizar estudio de mercado	15 días	mié 19/07/17	jue 10/08/17	A proyecto 1[50%];A proyecto 3[50%]	0%	\$369.000
Programada automáticamente	Realizar estudio técnico	15 días	mié 19/07/17	jue 10/08/17	A proyecto 1[50%];A proyecto 3[50%]	0%	\$1.500.000
Programada automáticamente	Buscar proveedores	15 días	vie 11/08/17	vie 1/09/17	A proyecto 1[50%]	0%	\$369.000
<b>Programada automáticamente</b>	<b>FACTIBILIDAD</b>	<b>115 días</b>	<b>mar 27/06/17</b>	<b>jue 14/12/17</b>		<b>0%</b>	<b>\$9.200.000</b>
Programada automáticamente	Búsqueda información legal, financiera y tributaria	20 días	mar 27/06/17	mié 26/07/17	A proyecto 2[50%];Tiquetes de avión[\$1.500.000];Viáticos[\$1.500.000]	0%	\$0
Programada automáticamente	Buscar alternativas financiación	20 días	jue 27/07/17	vie 25/08/17	A proyecto 2[50%]	0%	\$0
Programada automáticamente	Realizar presupuesto proyecto	10 días	lun 4/09/17	vie 15/09/17	A proyecto 2[50%]	0%	\$1.500.000
Programada automáticamente	Realizar análisis factibilidad	10 días	mar 27/06/17	mar 11/07/17	A proyecto 4	0%	\$2.700.000
Programada automáticamente	Obtener financiación	60 días	lun 18/09/17	jue 14/12/17	A proyecto 3	0%	\$0
Programada automáticamente	Obtener permisos y licencias	45 días	lun 18/09/17	mié 22/11/17	A proyecto 2	0%	\$5.000.000
<b>Programada automáticamente</b>	<b>LICITACIÓN Y ADJUDICACIÓN</b>	<b>50 días</b>	<b>vie 15/12/17</b>	<b>mar 27/02/18</b>		<b>0%</b>	<b>\$10.288.000</b>
Programada automáticamente	Realizar documento base del proyecto y project charter	10 días	vie 15/12/17	vie 29/12/17	A proyecto 1[50%];Tiquetes de avión[\$1.500.000];Viáticos[\$1.500.000]	0%	\$5.000.000
Programada	Presentar proyecto	10 días	mar	mar	A proyecto 1[50%]	0%	\$1.474.000

automáticamente	y acta		2/01/18	16/01/18			
Programada automáticamente	Corrección acta	10 días	mié 17/01/18	mar 30/01/18	A proyecto 1[50%]	0%	\$1.600.000
Programada automáticamente	Aprobación del acta	10 días	mié 31/01/18	mar 13/02/18	Rector de institución [5%]	0%	\$738.000
Programada automáticamente	Evaluar propuestas	10 días	mié 14/02/18	mar 27/02/18	A proyecto 1[50%];Jefe de mantenimiento[10%];Rector de institución [5%]	0%	\$1.476.000
<b>Programada automáticamente</b>	<b>EJECUCIÓN Y PRUEBAS</b>	<b>130 días</b>	<b>mié 28/02/18</b>	<b>mar 4/09/18</b>		<b>0%</b>	<b>\$133.786.800</b>
Programada automáticamente	Adquirir equipos	45 días	mié 28/02/18	lun 7/05/18	Jefe de mantenimiento[10%];Rector de institución [5%];Secretaria[5%]	0%	\$110.532.800
Programada automáticamente	Adecuar espacios	15 días	mié 28/02/18	mié 21/03/18	Oficial obra 1	0%	\$4.845.000
Programada automáticamente	Montaje estructuras sopena	15 días	mié 28/02/18	mié 21/03/18	Oficial obra 2	0%	\$2.500.000
Programada automáticamente	Instalar paneles solares	10 días	mar 8/05/18	mar 22/05/18	Electricista 1[50%]	0%	\$2.500.000
Programada automáticamente	Instalaciones eléctricas	15 días	mié 28/02/18	mié 21/03/18	Electricista 1[50%]	0%	\$2.110.000
Programada automáticamente	Montar inversor y demás equipos	15 días	mié 23/05/18	mar 12/06/18	Electricista 1[50%]	0%	\$1.026.000
Programada automáticamente	Pruebas sistema	15 días	mié 13/06/18	mar 3/07/18	Electricista 1[50%]	0%	\$1.819.000
Programada automáticamente	Conexión sistema	15 días	mié 4/07/18	mar 24/07/18	Electricista 1[50%]	0%	\$2.214.000
Programada automáticamente	Monitoreo funcionamiento	30 días	mié 25/07/18	mar 4/09/18	A proyecto 1[50%];Jefe de mantenimiento[10%]	0%	\$6.240.000
<b>Programada automáticamente</b>	<b>CIERRE</b>	<b>110 días</b>	<b>mié 25/07/18</b>	<b>mar 25/12/18</b>		<b>0%</b>	<b>\$1.200.000</b>
Programada automáticamente	Cancelar saldos	45 días	mié 25/07/18	mar 25/09/18	Rector de institución [5%]	0%	\$0
Programada automáticamente	Obtener certificados	45 días	mié 26/09/18	mar 27/11/18	A proyecto 1[50%]	0%	\$1.200.000
Programada automáticamente	Obtener beneficios tributarios	45 días	mié 26/09/18	mar 27/11/18	A proyecto 2	0%	\$0
Programada automáticamente	Entrega documentación proyecto	20 días	mié 28/11/18	mar 25/12/18	A proyecto 2;Tiquetes de avión[\$1.500.000];Viáticos[\$1.500.000]	0%	\$0
Programada automáticamente	Entrega cifras	20 días	mié 28/11/18	mar 25/12/18	A proyecto 3	0%	\$0
Programada automáticamente	Terminación proyecto	0 días	mar 25/12/18	mar 25/12/18		0%	\$0
<b>Programada automáticamente</b>	<b>OTROS</b>	<b>1 día?</b>	<b>mar 27/06/17</b>	<b>mar 27/06/17</b>		<b>0%</b>	<b>\$61.011.008</b>
Programada automáticamente	IVA equipos	1 día?	mar 27/06/17	mar 27/06/17		0%	\$21.001.232
Programada automáticamente	Reserva de contingencia	1 día?	mar 27/06/17	mar 27/06/17		0%	\$25.410.400
Programada automáticamente	Reserva de gestión	1 día?	mar 27/06/17	mar 27/06/17		0%	\$14.599.376

Construcción del autor

### **6.3. PLAN DE GESTIÓN DE COSTO**

El plan de gestión de Costos aplicado al proyecto ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA, describe la línea base de costos que incluye el presupuesto del proyecto, los indicadores de gestión de costo usando metodología EVM, la Estructura de desglose de recursos (ReBS) y la estructura de desglose de costos (CBS). A manera de Ejemplo, la sección 6.3.5 realiza una simulación con fechas de corte arbitrarias y el registro de los resultados en el formato de reporte EVM que también puede consultarse en la sección 6.6 (Plan de comunicaciones)

#### **6.3.1. Presupuesto del proyecto (por actividades).**

A continuación, se presenta el presupuesto del proyecto, el cual se ha calculado a partir de los costos posibles del personal durante las etapas iniciales, cotizaciones realizadas a empresas locales y del análisis de los riesgos con mayor impacto.

*Tabla 44. Presupuesto del proyecto.*



PRESUPUESTO DEL PROYECTO					
Nombre de tarea	Costo	Duración días	Costo acumulado en el tiempo	VME (Riesgo)	Descripción
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>\$218,092,808</b>	<b>375</b>			
<b>DIAGNÓSTICO, ESTUDIOS Y DISEÑOS</b>					
Recolección información	\$369,000	15	\$ 369,000	\$ 0.00	
Realizar estudio de mercado	\$369,000	15	\$ 738,000	\$ 0.00	
Realizar estudio técnico	\$1,500,000	15	\$ 2,238,000	\$ 0.00	
Identificar Proveedores	\$369,000	15	\$ 2,607,000	\$ 0.00	
<b>FACTIBILIDAD</b>			\$ 2,607,000		
Búsqueda información legal, financiera y tributaria	\$0	20	\$ 2,607,000	\$ 0.00	
Buscar alternativas financiación	\$0	20	\$ 2,607,000	\$ 0.00	
Realizar presupuesto proyecto	\$1,500,000	10	\$ 4,107,000	\$ 0.00	
Realizar análisis factibilidad	\$2,700,000	10	\$ 6,807,000	\$ 0.00	
Obtener financiación	\$0	60	\$ 6,807,000	\$ 0.00	
Obtener permisos y licencias	\$5,000,000	45	\$ 11,807,000		
<b>PLANEACION</b>			\$ 11,807,000		
Realizar documento base del proyecto y project charter	\$5,000,000	10	\$ 16,807,000	\$ 0.00	
Presentar proyecto y acta	\$1,474,000	10	\$ 18,281,000	\$ 0.00	
Corrección acta	\$1,600,000	10	\$ 19,881,000	\$ 0.00	
Aprobación del acta	\$738,000	10	\$ 20,619,000	-\$ 442,800.00	Posibilidad que la aprobación se retrase
Evaluar propuestas	\$1,476,000	10	\$ 22,095,000	\$ 0.00	
<b>EJECUCION</b>			\$ 22,095,000		
Adquirir equipos	\$110,532,800	45	\$ 132,627,800	-\$ 27,633,200.00	Posibilidad que exista incremento de +25% en tasa de cambio
Adecuar espacios	\$4,845,000	15	\$ 137,472,800	\$ 484,500.00	Posibilidad de demora en las adecuaciones
Montaje estructuras soporte	\$2,500,000	15	\$ 139,972,800	\$ 250,000.00	
Instalar paneles solares	\$2,500,000	10	\$ 142,472,800	\$ 250,000.00	
Instalaciones eléctricas	\$2,110,000	15	\$ 144,582,800	\$ 211,000.00	
Montar inversor y demás equipos	\$1,026,000	15	\$ 145,608,800	\$ 102,600.00	
Pruebas sistema	\$1,819,000	15	\$ 147,427,800	\$ 181,900.00	
Conexión sistema	\$2,214,000	15	\$ 149,641,800	\$ 885,600.00	Posibilidad que Electrohuila demore la conexión del sistema
Monitoreo funcionamiento	\$6,240,000	30	\$ 155,881,800	\$ 0.00	
<b>CIERRE</b>			\$ 155,881,800		
Cancelar saldos	\$0	45	\$ 155,881,800	\$ 0.00	
Obtener certificados	\$1,200,000	45	\$ 157,081,800	\$ 300,000.00	Posibilidad de demoras en trámites
Obtener beneficios tributarios	\$0	45	\$ 157,081,800		
Entrega documentación proyecto	\$0	20	\$ 157,081,800		
Entrega cifras	\$0	20	\$ 157,081,800		
Terminación proyecto	\$0	0 días	\$ 157,081,800	-\$ 25,410,400.00	Valor esperado de las Contingencias
<b>COSTOS DE LAS ACTIVIDADES</b>			\$ 157,081,800		
IVA EQUIPOS			\$ 21,001,232		
Reserva Contingencia de las Actividades			\$ 25,410,400		
Reserva de Gestión			\$ 14,599,376		
<b>TOTAL PRESUPUESTO PROYECTO</b>			<b>\$ 218,092,808</b>		

*Construcción del autor*

### 6.3.2. Línea base de costos e indicadores de gestión.

El indicador de costo muestra si el presupuesto inicial del proyecto se ha cumplido o si ha estado por encima o por debajo de lo establecido. La varianza del costo CV se calcula de la siguiente manera:

$$CV=EV - AC$$

AC Actual cost – Costo actual

EV Earned value – Valor Ganado

CV Costo variance – varianza del costo

Cuando:

SV<0 el proyecto tiene más costos a los planeados

SV=0 el proyecto está dentro del presupuesto establecido

SV>0 el proyecto se ha ejecutado con menores costos de los planeados

La otra fórmula que se desprende de la anterior es el porcentaje del CV calculado de la siguiente manera:

$$\text{CV\%} = \text{CV} / \text{EV}$$

El resultado obtenido expresa el porcentaje del costo planeado que no ha sido ejecutado o que ha sido ejecutado de más.

Para medir el costo también es posible calcular el índice de rendimiento del costo CPI (Cost performance index). Este índice determina que tan eficientemente se están utilizando los recursos. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{CPI} = \text{EV} / \text{AC}$$

El resultado es la eficiencia del costo que de por cada millón de pesos invertido.

Si en la medición, el proyecto no está cumpliendo con su eficiencias en temas de costos, se podrá calcular el índice de resultados para terminar o To-complete performance index (TCPI) que ayudara a determinar la eficiencia que debe lograrse para llegar a la meta del proyecto. La fórmula es la siguiente:

$$\text{TCPI} = (\text{BAC} - \text{EV}) / (\text{BAC} - \text{AC})$$

### 6.3.3. Estructura de desagregación de recursos ReBS y Estructura de Desagregación de Costos CBS.

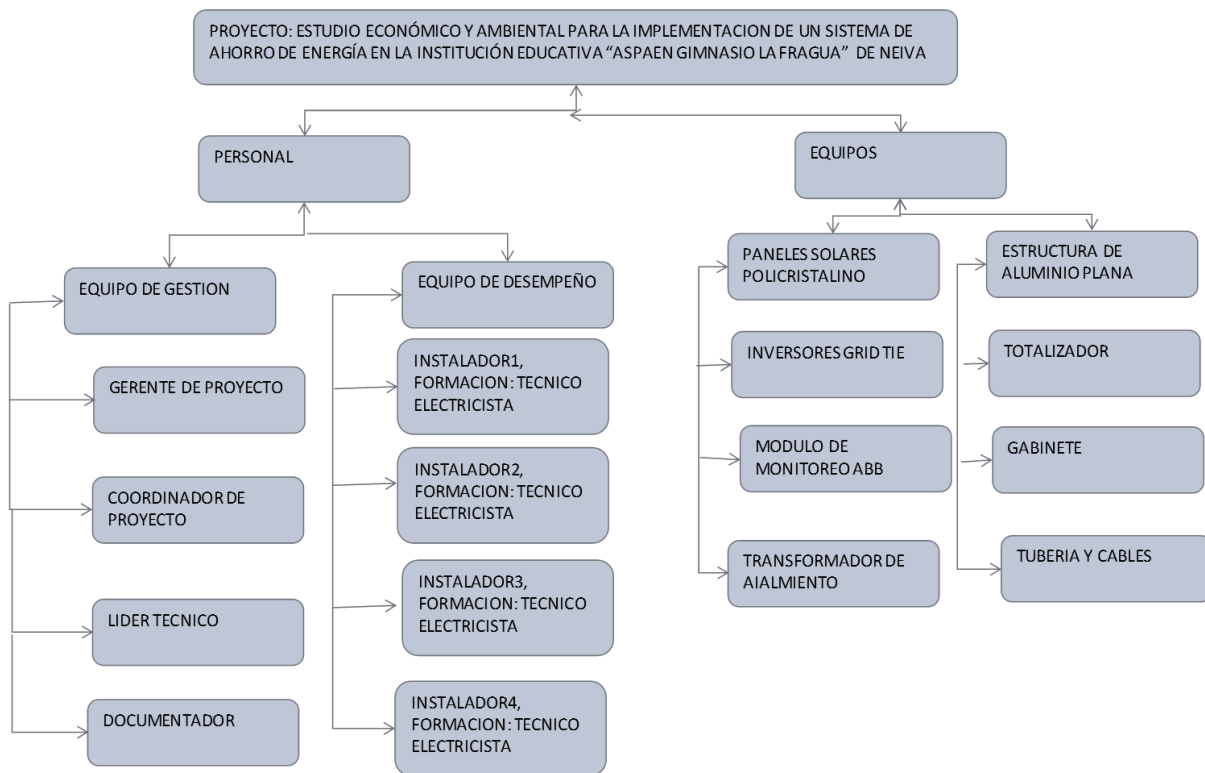


Figura 25. Estructura de desagregación de recursos ReBs. Construcción del autor.

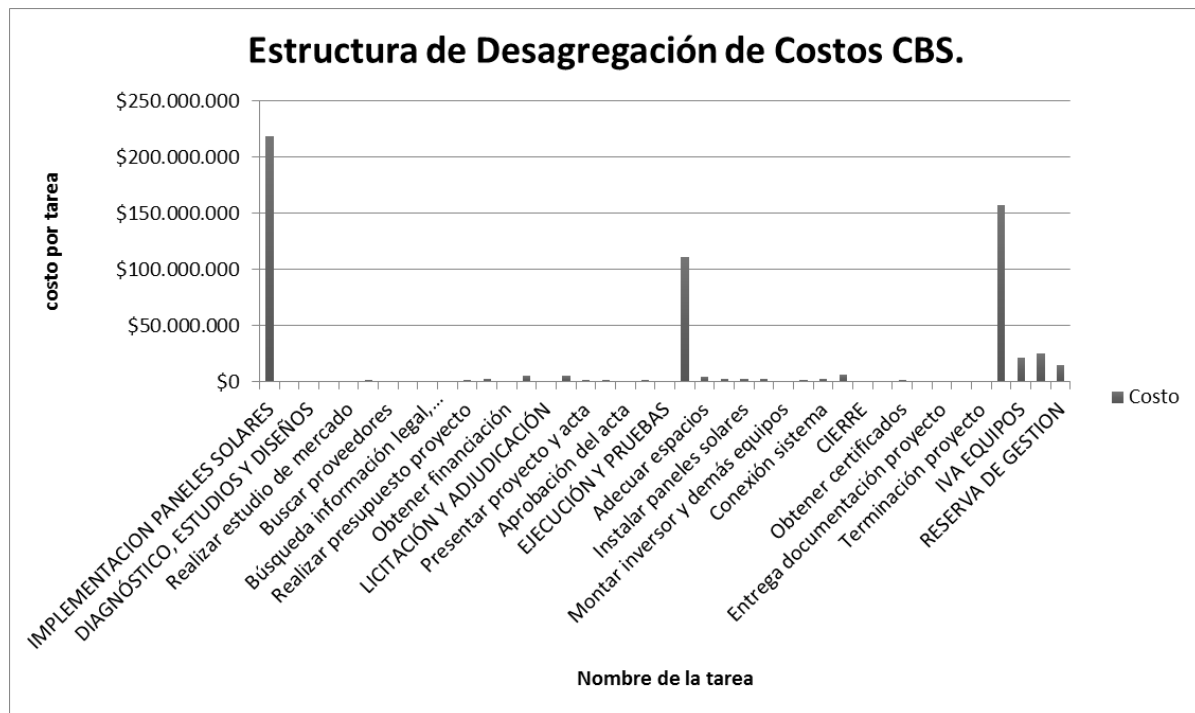


Figura 26. Estructura de Desagregación de Costos CBS. Construcción del autor.

<b>IMPLEMENTACION PANELES SOLARES</b>		<b>\$216.092.808</b>	
<b>DIAGNÓSTICO, ESTUDIOS Y DISEÑOS</b>	<b>\$2.601.000</b>	<b>FACTIBILIDAD</b>	<b>\$3.200.000</b>
Recolección información	\$369.000	Realizar estudio de mercado	\$369.000
Realizar estudio de mercado	\$369.000	Realizar estudio técnico	\$1.500.000
Realizar estudio técnico	\$1.500.000	Buscar proveedores	\$369.000
Buscar proveedores	\$369.000	Obtener información legal, financiera y...	\$1.500.000
		Realizar presupuesto proyecto	\$2.700.000
		Obtener financiación	\$10.000
		Obtener permisos y licencias	\$5.000.000
<b>LICITACIÓN Y ADJUDICACIÓN</b>	<b>\$10.268.000</b>	<b>EJECUCIÓN Y PRUEBAS</b>	<b>\$133.786.800</b>
Realizar documento base del proyecto y project charter	\$5.000.000	Adquirir equipos	\$110.532.800
Presentar proyecto y acta	\$147.000	Adecuar espacios	\$14.845.000
Corrección acta	\$1.600.000	Montaje estructura soporte	\$2.500.000
Aprobación del acta	\$738.000	Instalar paneles solares	\$2.500.000
Evaluar propuestas	\$1.476.000	Instalaciones eléctricas	\$2.110.000
		Montar inversor y demás equipos	\$1.026.000
		Pruebas sistema	\$1.815.000
		Conexión sistema	\$2.214.000
		Monitoreo funcionamiento	\$6.240.000
		<b>CIERRE</b>	<b>\$1.200.000</b>
		Cancelar pólizas	\$0
		Obtener certificados	\$1.200.000
		Obtener beneficios tributarios	\$0
		Entrega documentación	\$0
		Entrega cifras	\$0
		<b>Terminación</b>	<b>\$0</b>
		<b>OTROS COSTOS</b>	<b>\$61.011.008</b>
		IVA EQUIPOS	\$21.001.232
		RESERVA CONTINGENCIA DE	\$25.410.400
		RESERVA DE GESTION	\$14.533.376

Figura 27. Estructura de Desagregación de Costos CBS, Construcción del autor.

### 6.3.4. Indicadores de medición de desempeño

Los indicadores en un proyecto se miden con respecto a la línea base del proyecto en la que se define el desempeño, alcance, tiempo y costos del proyecto. En este proyecto, implementación de un sistema de paneles solares en la Institución Educativa la Fragua de Neiva, se realizarán revisiones de los indicadores mensualmente una vez se inicie el montaje de los equipos. La periodicidad se define como mensual teniendo en cuenta que es cada que mes que se puede medir

realmente el ahorro energético que se está generando. El registro y control de indicadores dará las alertas en las variaciones de la ejecución del proyecto que permitirán introducir cualquier cambio o ajuste en el proyecto para cumplir con lo pactado inicialmente.

Cuando el desempeño sea negativo, se analizarán las medidas de contingencia y posibilidades para variar algunos puntos y cumplir con lo establecido en el proyecto. Cuando el desempeño sea positivo, tendrá un rango de aceptación para no ser revisado. Si supera ciertos niveles se revisará si existió un error en la línea base del proyecto pues esto puede implicar poca eficiencia en el proyecto.

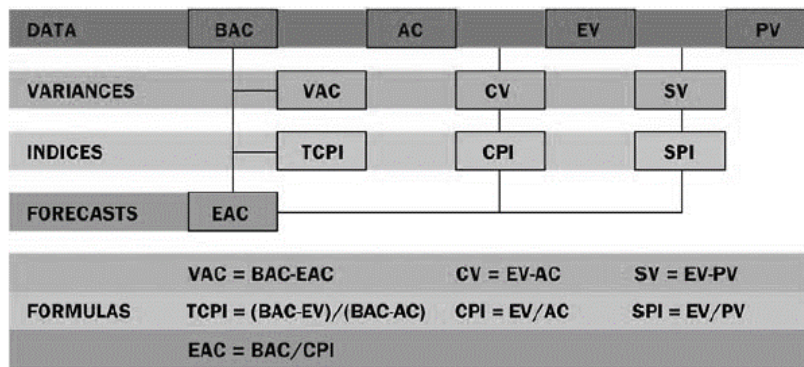


Figura 28. EVM Medidas de desempeño. Tomada de Practice Standard for earned value Management

El desempeño del proyecto es la suma del análisis de los demás indicadores y define en general cómo ha sido el desempeño del proyecto con respecto a la línea base del mismo.

### 6.3.5. Aplicación técnica del valor ganado con curvas S avance.

#### 6.3.5.1 Simulación Fecha de Corte 1

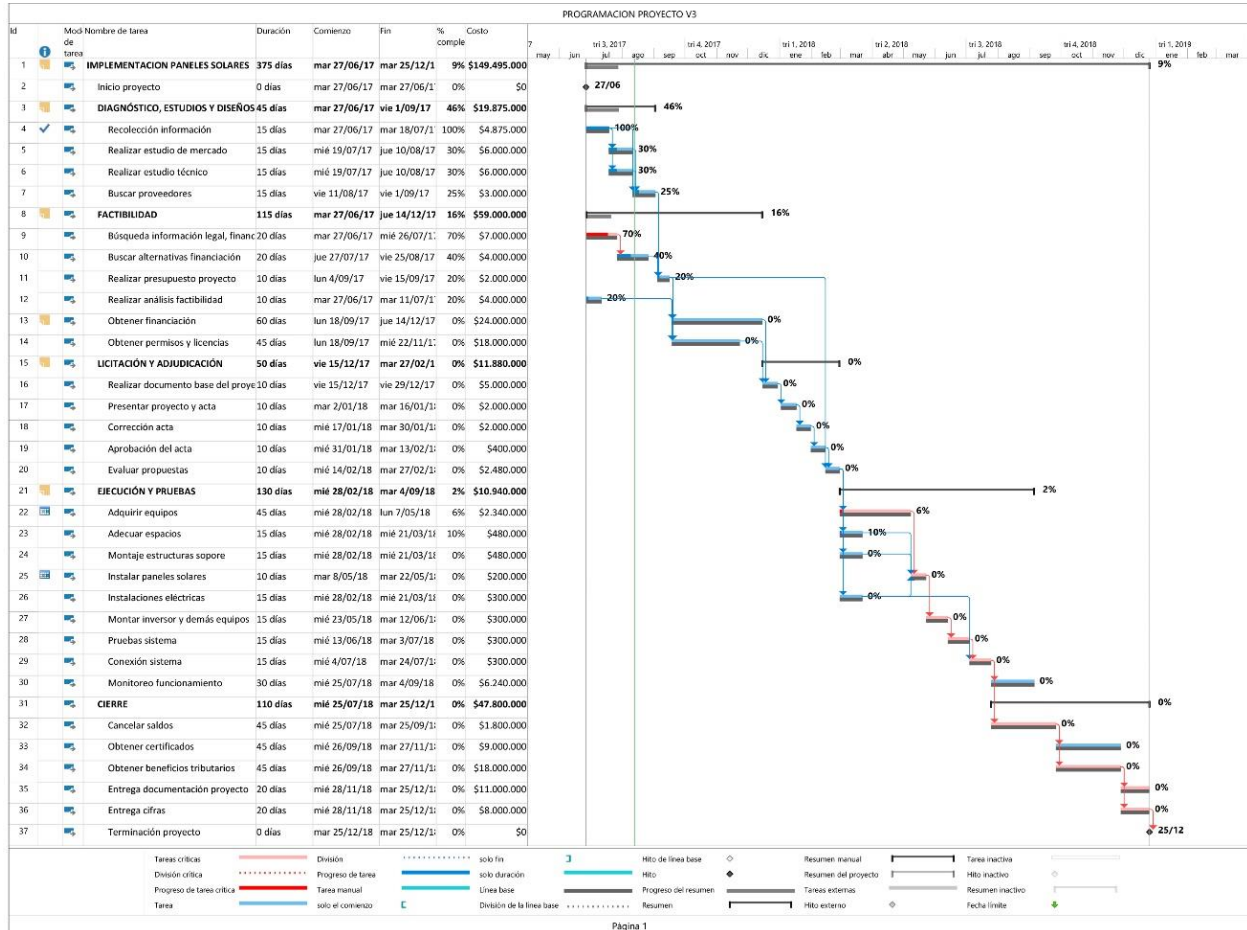


Figura 29. Simulación Fecha de Corte 1 Construcción del autor.

LÍNEA BASE DEL PROYECTO						LÍNEA DE CORTE 1 - 15 SEPTIEMBRE 2017													
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	Costo acumulado en el tiempo	Duración real en días	Días acumulados	% completado	PV	EV	AC	Sumatoria costos reales	SV	CV	SPI	CPI	EAC	CSI	TCPI
<b>IMPLEMENTACIÓN PANELES SOLARES</b>						<b>9%</b>													
<b>Inicio proyecto</b>																			
<b>DIAGNÓSTICO, ESTUDIOS Y DISEÑOS</b>																			
Recepción información	15	mar 27/06/17	mar 18/07/17	\$4.875.000	\$4.875.000	15	15	100%	\$4.875.000	\$4.875.000	\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$0-\$	125.000	1.00	0.98	2.00	0.98	
Realizar estudio de mercado	15	mié 19/07/17	jue 10/08/17	\$6.000.000	\$10.875.000	15	30	30%	\$6.000.000	\$1.800.000	\$ 1.800.000	\$6.800.000	-\$4.200.000	\$ -	0.30	1.00	6.67	0.30	1.00
Realizar estudio técnico	15	mié 19/07/17	jue 10/08/17	\$6.000.000	\$16.875.000	15	45	30%	\$6.000.000	\$1.800.000	\$ 2.800.000	\$9.600.000	-\$4.200.000	-\$ 1.000.000	0.30	0.64	6.67	0.19	1.07
Buscar proveedores	15	vie 11/08/17	vie 10/09/17	\$3.000.000	\$19.875.000	15	60	25%	\$3.000.000	\$750.000	\$ 750.000	\$10.350.000	-\$2.250.000	\$ -	0.25	1.00	8.00	0.25	1.00
<b>FACTIBILIDAD</b>						<b>\$10.350.000</b>													
Búsqueda información legal, financiera y tributaria	20	mar 27/06/17	mié 26/07/17	\$7.000.000	\$26.875.000	25	25	70%	\$7.000.000	\$4.900.000	\$ 4.900.000	\$15.250.000	-\$2.100.000	\$ -	0.70	1.00	2.14	0.70	1.00
Buscar alternativas financiación	20	jue 27/07/17	vie 25/08/17	\$4.000.000	\$30.875.000	25	50	40%	\$4.000.000	\$1.600.000	\$ 4.100.000	\$19.350.000	-\$2.400.000	-\$ 2.500.000	0.40	0.39	3.75	0.16	1.09
Realizar presupuesto proyecto	10	lun 4/09/17	vie 15/09/17	\$2.000.000	\$32.875.000	20	70	28%	\$2.000.000	\$400.000	\$ 400.000	\$19.750.000	-\$1.600.000	\$ -	0.20	1.00	15.00	0.20	1.00
Realizar análisis factibilidad	10	mar 27/06/17	mié 11/07/17	\$4.000.000	\$36.875.000	20	90	28%	\$4.000.000	\$800.000	\$ 1.800.000	\$21.550.000	-\$3.200.000	-\$ 1.000.000	0.20	0.44	15.00	0.09	1.03
Obtener financiación	60	lun 18/09/17	jue 14/12/17	\$24.000.000	\$60.875.000	65	155	0%	\$24.000.000	\$0	\$ -	\$21.550.000	-\$24.000.000	\$ -	-	-	-	-	1.00
Obtener permisos y licencias	45	lun 18/09/17	mié 22/11/17	\$18.000.000	\$78.875.000	50	205	0%	\$18.000.000	\$0	\$ -	\$21.550.000	-\$18.000.000	\$ -	-	-	-	-	1.00
<b>LICITACIÓN Y ADJUDICACIÓN</b>						<b>\$78.875.000</b>													
Realizar documento base del proyecto y project charter	10	vie 15/12/17	vie 29/12/17	\$5.000.000	\$83.875.000							\$21.550.000							1.00
Presentar proyecto y acta	10	mar 20/1/18	mar 16/01/18	\$2.000.000	\$85.875.000							\$21.550.000							1.00
Corrección acta	10	mié 17/01/18	mar 30/01/18	\$2.000.000	\$87.875.000							\$21.550.000							1.00
Aprobación del acta	10	mié 31/01/18	mar 13/02/18	\$400.000	\$88.275.000							\$21.550.000							1.00
Evaluar propuestas	10	mié 14/02/18	mar 27/02/18	\$2.480.000	\$90.755.000							\$21.550.000							1.00
<b>EJECUCIÓN Y PRUEBAS</b>						<b>\$90.755.000</b>													
Adquirir equipos	45	mié 28/02/18	lun 7/05/18	\$2.340.000	\$93.095.000	10	10	6%	\$2.340.000	\$140.400	\$ 140.400	\$21.690.400	-\$2.199.600	\$ -	0.06	1.00	11.11	0.06	1.00
Adecuar espacios	15	mié 28/02/18	mié 21/03/18	\$480.000	\$93.575.000	5	15	10%	\$480.000	\$48.000	\$ 48.000	\$21.738.400	-\$432.000	\$ -	0.10	1.00	20.00	0.10	1.00
Montaje estructuras soporte	15	mié 28/02/18	mié 21/03/18	\$480.000	\$94.055.000														1.00
Instalar paneles solares	10	mar 6/05/18	mar 22/05/18	\$200.000	\$94.255.000														1.00
Instalaciones eléctricas	15	mié 28/02/18	mié 21/03/18	\$300.000	\$94.555.000														1.00
Montar inversor y demás equipos	15	mié 23/05/18	mar 12/06/18	\$300.000	\$94.855.000														1.00
Pruebas sistema	15	mié 13/06/18	mar 3/07/18	\$300.000	\$95.155.000														1.00
Conexión sistema	15	mié 4/07/18	mar 24/07/18	\$300.000	\$95.455.000														1.00
Monitoreo funcionamiento	30	mié 25/07/18	mar 4/08/18	\$6.340.000	\$101.595.000														1.00
<b>CIERRE</b>						<b>\$101.595.000</b>													
Cancelar saldos	45	mié 25/07/18	mar 25/09/18	\$1.800.000	\$103.395.000														1.00
Obtener certificados	45	mié 25/09/18	mar 27/11/18	\$9.000.000	\$112.395.000														1.00
Obtener beneficios tributarios	45	mié 25/09/18	mar 27/11/18	\$18.000.000	\$130.395.000														1.00
Entrega documentación proyecto	20	mié 28/11/18	mar 25/12/18	\$11.000.000	\$141.395.000														1.00
Entrega cifras	20	mié 28/11/18	mar 25/12/18	\$8.000.000	\$149.395.000														1.00
<b>Terminación proyecto</b>						<b>\$149.495.000</b>													
	375	mar 25/12/18	mar 25/12/18	\$149.495.000	\$149.495.000				\$ 81.695.000	\$ 17.113.400	\$ 21.738.400	\$ 355.378.800	-\$ 64.581.600	-\$ 4.625.000	0.21	0.79	0.38	0.16	1.04

Figura 30. Simulación Fecha de Corte 1 Construcción del autor.

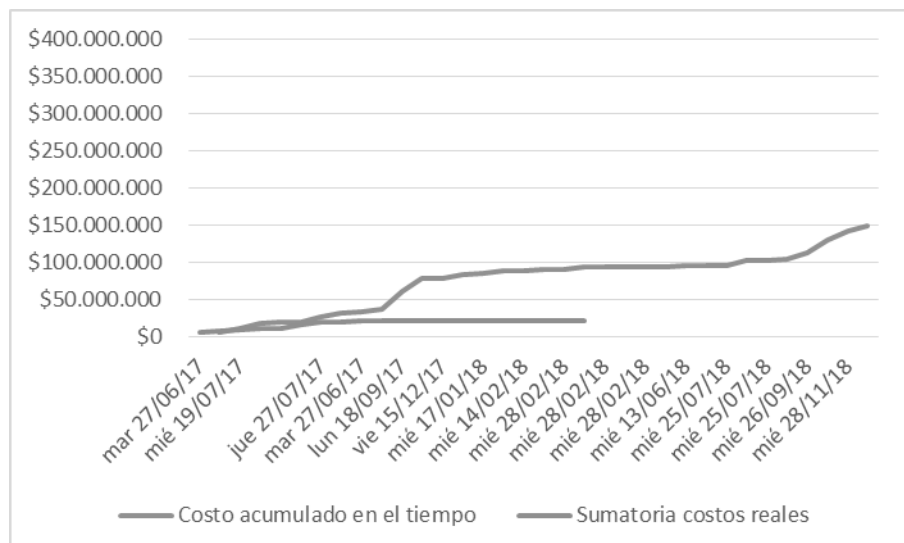
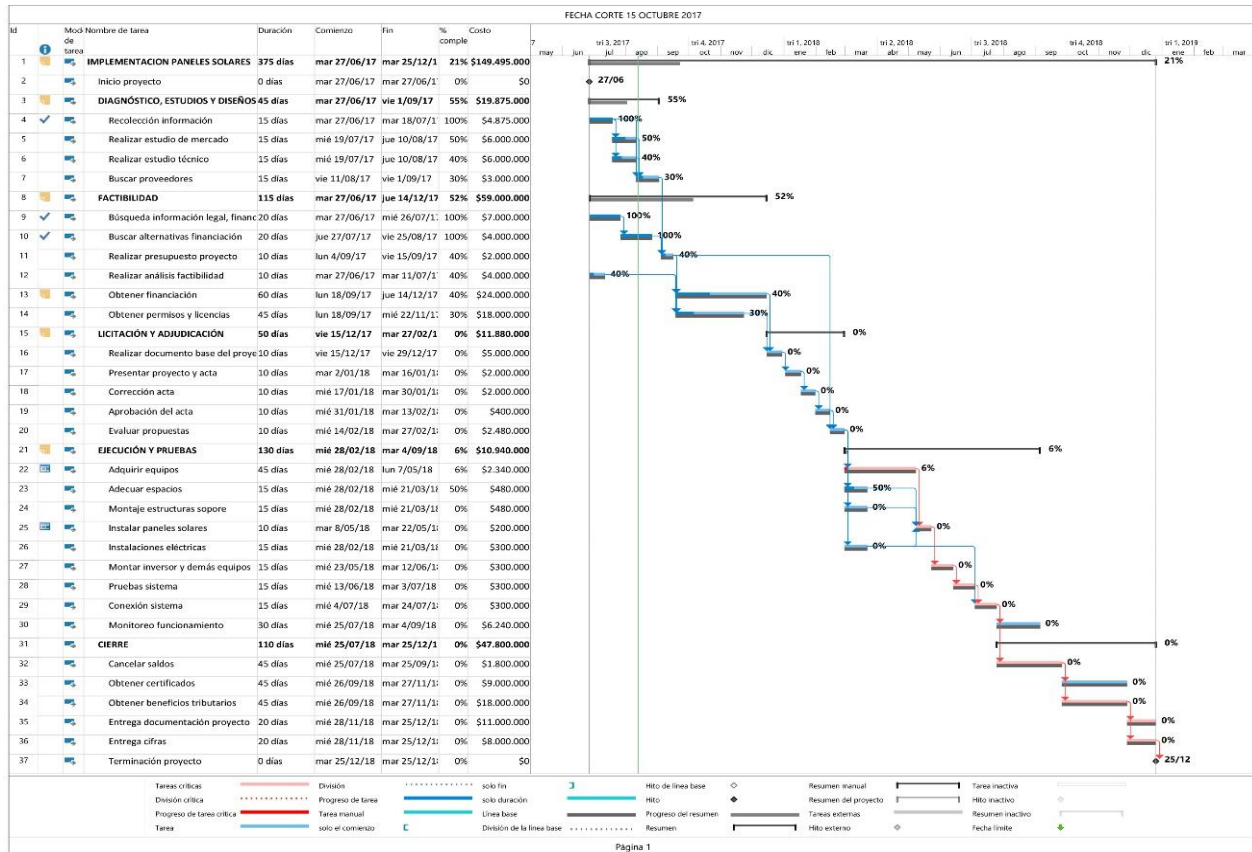


Figura 31. Curva S Fecha de Corte 1 Construcción del autor.

### 6.3.5.1 Simulación Fecha de Corte 2



LÍNEA BASE DEL PROYECTO							LÍNEA DE CORTE 1 - 15 OCTUBRE 2017													
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	Costo acumulado en el tiempo		Duración real en días	Días acumulados	% completado	PV	EV	AC	Sumatoria costos reales	SV	CV	SPI	CPI	EAC	CSI	TCPI
<b>IMPLEMENTACION PANELES SOLARES</b>	375 días	mar 27/06/17	mar 25/12/18	\$149.495.000																
Inicio proyecto		mar 27/06/17	mar 27/06/17	0%																
<b>DIAGNÓSTICO, ESTUDIOS Y DISEÑOS</b>																				
Recolección información	15	mar 27/06/17	mar 18/07/17	\$4.875.000	\$4.875.000		15	15	100%	\$4.875.000	\$4.875.000	\$5.500.000	\$5.500.000	\$0	-\$ 625.000	1,00	0,89	2,00	0,89	-
Realizar estudio de mercado	15	mié 19/07/17	jue 10/08/17	\$6.000.000	\$10.875.000		15	30	50%	\$6.000.000	\$3.000.000	\$3.500.000	\$9.000.000	-\$3.000.000	-\$ 500.000	0,50	0,86	4,00	0,43	1,07
Realizar estudio técnico	15	mié 19/07/17	jue 10/08/17	\$6.000.000	\$16.875.000		15	45	40%	\$6.000.000	\$2.400.000	\$4.000.000	\$13.000.000	-\$3.600.000	-\$ 1.600.000	0,40	0,60	5,00	0,24	1,12
Buscar proveedores	15	vie 11/08/17	vie 1/09/17	\$3.000.000	\$19.875.000		15	60	30%	\$3.000.000	\$900.000	\$1.500.000	\$14.500.000	-\$2.100.000	-\$ 600.000	0,30	0,60	6,67	0,18	1,03
<b>FACTIBILIDAD</b>																				
Búsqueda información legal, financiera y tributaria	20	mar 27/06/17	mié 29/07/17	\$7.000.000	\$26.875.000		25	25	100%	\$7.000.000	\$7.000.000	\$7.000.000	\$21.500.000	\$0	-\$	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00
Buscar alternativas financiación	20	jue 27/07/17	vie 25/08/17	\$4.000.000	\$30.875.000		25	50	100%	\$4.000.000	\$4.000.000	\$4.000.000	\$25.500.000	\$0	-\$ 2.500.000	1,00	0,62	1,50	0,62	1,10
Realizar presupuesto proyecto	10	lun 4/09/17	vie 15/09/17	\$2.000.000	\$32.875.000		20	70	40%	\$2.000.000	\$800.000	\$1.000.000	\$28.000.000	-\$1.200.000	-\$ 200.000	0,40	0,80	7,50	0,32	1,04
Realizar análisis factibilidad	10	lun 27/09/17	mar 11/10/17	\$4.000.000	\$36.875.000		20	90	40%	\$4.000.000	\$1.600.000	\$3.000.000	\$32.000.000	-\$2.400.000	-\$ 1.400.000	0,40	0,53	7,50	0,21	1,04
Obtener financiación	60	lun 18/09/17	jue 14/12/17	\$24.000.000	\$60.875.000		65	155	40%	\$24.000.000	\$9.600.000	\$9.600.000	\$41.600.000	-\$14.400.000	-\$	0,40	1,00	1,25	0,40	1,00
Obtener permisos y licencias	45	lun 18/09/17	mié 22/11/17	\$18.000.000	\$78.875.000		50	205	30%	\$18.000.000	\$5.400.000	\$5.400.000	\$47.000.000	-\$12.600.000	-\$	0,30	1,00		0,30	1,00
<b>LICITACIÓN Y ADJUDICACIÓN</b>																				
Realizar documento base del proyecto y project charter	10	vie 15/12/17	vie 29/12/17	\$5.000.000	\$83.875.000		25	25	0%	\$5.000.000	\$0	\$	\$47.000.000	-\$5.000.000	-\$	-	-			1,00
Presentar proyecto y acta	10	mar 2/01/18	mar 16/01/18	\$2.000.000	\$85.875.000		25	50	0%	\$2.000.000	\$0	\$	\$47.000.000	-\$2.000.000	-\$	-	-			1,00
Corrección acta	10	mié 17/01/18	mar 30/01/18	\$2.000.000	\$87.875.000		25	75	0%	\$2.000.000	\$0	\$	\$47.000.000	-\$2.000.000	-\$	-	-			1,00
Aprobación del acta	10	mié 31/01/18	mar 13/02/18	\$400.000	\$88.275.000		25	100	0%	\$400.000	\$0	\$	\$47.000.000	-\$400.000	-\$	-	-			1,00
Evaluar propuestas	10	mié 14/02/18	mar 27/02/18	\$2.480.000	\$90.755.000		25	125	0%	\$2.480.000	\$0	\$	\$47.000.000	-\$2.480.000	-\$	-	-			1,00
<b>EJECUCIÓN Y PRUEBAS</b>																				
Adquirir equipos	45	mié 28/02/18	lun 7/05/18	\$2.340.000	\$93.095.000		10	10	6%	\$2.340.000	\$140.400	\$140.400	\$47.140.400	-\$2.199.600	-\$	0,06	1,00	11,11	0,06	1,00
Adecuar espacios	15	mié 28/02/18	mié 21/03/18	\$480.000	\$93.575.000		5	15	50%	\$480.000	\$240.000	\$350.000	\$47.400.400	-\$240.000	-\$ 110.000	0,50	0,89	4,00	0,34	1,00
Montaje estructuras soporte	15	mié 28/02/18	mié 21/03/18	\$480.000	\$94.055.000															1,00
Instalar paneles solares	10	mar 8/05/18	mar 22/05/18	\$200.000	\$94.255.000															1,00
Instalaciones eléctricas	15	mié 28/02/18	mié 21/03/18	\$300.000	\$94.555.000															1,00
Montar inversor y demás equipos	15	mié 23/05/18	mar 12/06/18	\$300.000	\$94.855.000															1,00
Pruebas sistema	15	mié 13/06/18	mar 3/07/18	\$300.000	\$95.155.000															1,00
Conexión sistema	15	mié 4/07/18	mar 24/07/18	\$300.000	\$95.455.000															1,00
Monitoreo funcionamiento	30	mié 25/07/18	mar 4/09/18	\$6.240.000	\$101.695.000															1,00
<b>CIERRE</b>																				
Cancelar saldos	45	mié 25/07/18	mar 25/09/18	\$1.800.000	\$103.495.000															1,00
Obtener certificados	45	mié 26/09/18	mar 27/11/18	\$9.000.000	\$112.495.000															1,00
Obtener beneficios tributarios	45	mié 26/09/18	mar 27/11/18	\$18.000.000	\$130.495.000															1,00
Entrega documentación proyecto	20	mié 28/11/18	mar 25/12/18	\$11.000.000	\$141.495.000															1,00
Entrega cifras	20	mié 28/11/18	mar 25/12/18	\$8.000.000	\$149.495.000															1,00
<b>Terminación proyecto</b>	375	mar 25/12/18	mar 25/12/18	\$149.495.000	\$149.495.000					\$ 93.575.000	\$ 39.955.400	\$ 47.490.400	\$679.200.800	-\$ 53.619.600	\$ 7.535.000	0,43	0,84	0,19	0,30	1,07

Figura 33. Simulación Fecha de Corte 1 Construcción del autor.



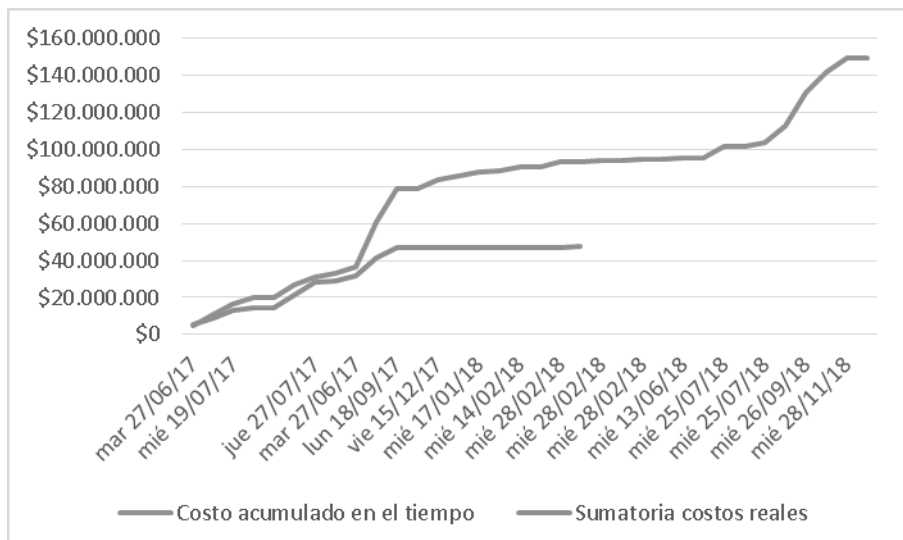


Figura 34. Curva S Fecha de Corte I Construcción del autor

Reporte de resultados usando la técnica de valor Ganado:

## REPORTE DEL ESTADO DEL VALOR GANADO

Título del proyecto: ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA Fecha de elaboración: 22/11/2017

Presupuesto final (BAC): \$124.970.000

Estado general: 61 días de atraso en tiempo, con \$ 23.275.000 en sobrecosto

	Reporte periodo actual	Acumulado Periodo actual	Acumulado periodo anterior
Valor planeado (PV)	\$22.820.000	\$101.695.000	\$78.875.000
Valor ganado (EV)	\$20.985.000	\$95.360.000	\$74.375.000
Costo actual (AC)	\$25.010.000	\$118.635.000	\$93.625.000
Varianza cronograma (SV)	-\$1.835.000	-\$6.335.000	-\$4.500.000
Varianza costo (CV)	-\$4.025.000	-\$23.275.000	-\$19.250.000
Índice desempeño cronograma (SPI)	0.94	0,94	0,88
Índice desempeño costo (CPI)	0.804	0.804	0.79

Causa raíz varianza cronograma:			
<p>Se tuvieron de retraso 5 días en proceso de búsqueda de información legal y financiera, otros 5 buscando las alternativas de financiación, y otros 5 mientras fue analizada la documentación para la financiación, 5 días por obtención de permisos y licencias.</p> <p>En licitación y adjudicación se tuvieron 4 días de retraso, pues se realizó evaluación de diferentes propuestas.</p> <p>En la etapa de ejecución y pruebas se tuvieron 16 días de retraso por condiciones climáticas que no permiten manipular elementos con energía eléctrica, ajuste de equipos a instalaciones y problemas técnicos imprevistos</p>			
Impacto cronograma:			
<p>El proyecto ha tenido un retraso en el cronograma hasta la etapa de monitoreo y funcionamiento de 61 días, algunos por casusa externas como información legal, aprobación de financiación, y por condiciones climáticas adversas en la etapa de ejecución y pruebas</p>			
Causa raíz varianza costo:			
<p>Para la obtención de permisos y licencias fue necesario hacer 4 visitas adicionales incurriendo en gastos de viáticos , pasajes aéreos y hotel razón de \$1.125.000 cada visita, documentación se gastó \$1.000.000 por cambios de documentación para obtener la licencia. Se gastaron \$ 200.000 contratando el juicio de experto para presentación de proyecto y acta, para aprobación del acta se gastaron \$ 80.000 en papelería y gastos imprevistos.se gastaron \$ 240.00 en mensajería y pago de personal por 5 días de retraso en adquirir los equipos, adicional se gastaron \$ 630.00 por problemas técnicos y adecuación de equipos</p>			
Impacto presupuesto:			
<p>Se ha tenido un impacto negativo en costo por el valor de \$ 23.275.000 , causado por retraso de tiempo en licencias , financiación, imprevistos técnicos y condiciones climáticas adversas</p>			
Porcentaje planeado	1	0.95	0.98
Porcentaje ganado	0.94	0.94	0.88
Porcentaje gastado	1	0.96	0.98
<b>Estimado a la culminación (EAC):</b>			
EAC w/CPI [BAC/CPI]	2472550,197	19250000	16901041,67
EAC w/ CPI*SPI [AC+((BAC-EV)/ (CPI*SPI))]			
EAC seleccionada, justificación y explicación			
Índice de desempeño final (TCPI)			

#### 6.4. PLAN DE GESTION DE CALIDAD

El alcance aplicado al proyecto ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN

EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA contempla el aseguramiento de la Calidad mediante la identificación de los requisitos estándares y buenas prácticas existentes para la implementación del sistema de Energía Solar Fotovoltaica, de tal forma que sean aplicados en la etapa de ejecución, pruebas y operación del proyecto. Se identificarán las actividades de calidad a realizar en dichas etapas, la información y documentación a registrar para ser usada en procesos posteriores de la gestión de la Calidad.

Incluye, además, la creación de métricas, indicadores y metas de calidad para monitorear la gestión y el cumplimiento de las metas del proyecto en las etapas subsiguientes a la adjudicación del contrato de ejecución; la identificación de los responsables de las actividades de calidad; los requerimientos mínimos para asegurar la confiabilidad, condiciones de garantía y durabilidad de los equipos; los planes de Auditoria y mejora de procesos y finalmente los formatos y listas de verificación a ser utilizadas en las diferentes actividades.

De acuerdo a los lineamientos del sistema de Gestión de la Institución académica ASPAEN Gimnasio “La Fragua” (en adelante La Institución). El proyecto busca contribuir de forma integral a la Visión estratégica de la institución aportando crecimiento tecnológico y sostenibilidad mediante la generación de excedentes financieros producto de ahorro y la eficiencia energética; el prestigio y reconocimiento de la institución como modelo a seguir en la implementación de energías alternativas y desarrollo sostenible y finalmente el aporte a la Misión institucional del Bienestar estudiantil para que desarrollen sus actividades en un ambiente confortable sin mayor impacto económico y ambiental. Por lo tanto:

Todos los miembros del equipo de trabajo, contratistas, subcontratistas e interesados en el éxito proyecto estarán comprometidos con la excelente gestión, ejecución y cumplimiento de los procedimientos, estándares, políticas y reglamentaciones institucionales, nacionales e internacionales establecidas y aplicables para lograr el éxito del proyecto dentro del marco estratégico institucional. Teniendo como principios que todo es susceptible de mejorar y que todo defecto se debe reportar.

## **Objetivos de calidad del proyecto**

### **Objetivo general**

Contribuir de forma integral a la Visión estratégica de la institución aportando crecimiento tecnológico y sostenibilidad mediante la generación de excedentes financieros producto de ahorro y la eficiencia energética; el prestigio y reconocimiento de la institución como modelo a seguir en la implementación de energías alternativas y desarrollo sostenible y finalmente el aporte a la Misión institucional del Bienestar estudiantil para que desarrollen sus actividades en un ambiente confortable sin mayor impacto económico y ambiental.

### **Objetivos específicos**

- Construir un modelo de plan para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica (PV) que cumpla con los requerimientos normas técnicas y objetivos sostenibles de la Institución.
- Generar un ahorro energético efectivo de mínimo 6000 KWh /mes.
- Aplicar un proceso de calidad que garantice Lograr Cero (0) desviaciones a los procedimientos establecidos para la ejecución, pruebas y puesta en marcha del sistema de generación solar PV.
- Aplicar los procedimientos y buenas prácticas necesarias para lograr Cero horas no productivas durante la fase de ejecución y puesta en marcha del proyecto.
- Crear indicadores de calidad que permitan cuantificar, monitorear y controlar el desempeño, eficiencia, confiabilidad y eficacia y otros parámetros de calidad del proyecto en su fase de Ejecución y Operación / Mantenimiento.
- Establecer los requerimientos mínimos de mantenimiento preventivo para una alta confiabilidad en la operación del sistema, de acuerdo a las especificaciones del fabricante, de manera que se obtenga el mayor aprovechamiento posible en la vida útil de los equipos.
- Establecer las condiciones estándar de Instalación, puesta en marcha y operación para maximizar la vida útil y correcta operación de los equipos de acuerdo con las especificaciones del fabricante y condiciones de Garantía del proveedor.

### **Alcance del plan de calidad**

El alcance del plan contempla el aseguramiento de la Calidad mediante la identificación de los requisitos estándares y buenas prácticas existentes para la implementación del sistema de Energía Solar Fotovoltaica, de tal forma que sean aplicados en la etapa de ejecución, pruebas y operación del proyecto. Se identificarán las actividades de calidad a realizar en dichas etapas, la información y documentación a registrar para ser usada en procesos posteriores de la gestión de la Calidad.

Incluye, además, la creación de métricas, indicadores y metas de calidad para monitorear la gestión y el cumplimiento de las metas del proyecto en las etapas subsiguientes a la adjudicación del contrato de ejecución; la identificación de los responsables de las actividades de calidad; los requerimientos mínimos para asegurar la confiabilidad, condiciones de garantía y durabilidad de los equipos; los planes de Auditoria y mejora de procesos y finalmente los formatos y listas de verificación a ser utilizadas en las diferentes actividades.

#### **6.4.1. Especificaciones técnicas de requerimientos.**

Las métricas de calidad definen los diferentes indicadores a tener en cuenta y las variables a controlar para mantener los diferentes procesos dentro de los rangos permitidos. Se han definido dos clases de Métricas:

- **Métricas de Producto:** Miden los resultados del producto con el fin de determinar si estos están dentro de los requerimientos del proyecto. Estos se enfocarán principalmente en la fase de Operación, posterior a la entrega del proyecto.
- **Métricas de Gestión:** Miden las diferentes variables de Gestión del proyecto, principalmente en la etapa de Ejecución e implementación del proyecto.

La tabla 44 muestra los indicadores y métricas que se han definido para el aseguramiento y control de la Calidad del proyecto.

Tabla 45 Métricas e Indicadores de Calidad

INDICADORES Y METRICAS DE CALIDAD												
METRICAS DE DESEMPEÑO DEL PRODUCTO	FACTOR DE CALIDAD	INDICADOR	DESCRIPCION	OBJETIVO	FORMULACION		META	TECNICA	HERRAMIENTAS	RESPONSABLE	FREC. MEDICION	
					Formula	Variables	Unidad					
	Ahorro Energético	KWHMR	KWh/mes Reducidos de consumo de energía eléctrica comercial (Electrohulla)	Reducir consumo energía eléctrica con Electrohulla en 6000KWh /mes.	$KWHMR=C(0)-C(MA)$	C(0): Consumo energía eléctrica del mes correspondiente en el año de implementación del proyecto (Año 0).  C(MA): Consumo energía eléctrica del mes Actual en evaluación.	KWh/mes	>5000	Calcular la diferencia entre el actual consumo y el consumo que se tenía en el mes correspondiente previo a la puesta en funcionamiento del proyecto.	Facturas de energía eléctrica del mes actual (en el que ocurre la medición)  Ultima factura del mes correspondiente previo a la puesta en funcionamiento del sistema.	Dirección Administrativa de la institución Educativa.	Mensual
	Eficacia del Sistema	EFC	Eficacia del sistema para la generación de energía eléctrica según la capacidad planeada	Mantener el sistema de manera que genere por lo menos 6000KWh/mes	$EFC=KWHMR/6000$	KWHMR: KWh/mes reducidos en el periodo de evaluación.	Adimensional	>1	Comparar el ahorro efectivo del sistema Vs. El ahorro planeado.	Facturas de energía eléctrica del mes actual (en el que ocurre la medición).	Dirección Administrativa de la institución Educativa.	Mensual
	Valor Agregado	VA	Costos ahorrados por pago de servicio de energía Eléctrica	Ahorrar costos por concepto de pago de facturación de energía eléctrica.	$VA=KWHMR*Tact$	KWHMR: KWh/mes reducidos en el periodo de evaluación.  Tact: Tarifa actual aplicada en la factura del servicio de energía del mes en evaluación (440 \$/kwh para 2017)	COP /mes (pesos mensuales)	>2'000.0000	Multiplicar el ahorro energético actual (KWHMR) por la tarifa actual.	Facturas de energía eléctrica del mes actual (en el que ocurre la medición)  Tarifas de la empresa comercializadora del servicio de energía eléctrica (Electrohulla).	Dirección Administrativa de la institución Educativa.	Mensual
	Retorno de Inversión	RI	Retorno de Inversión Obtenida	Obtener retorno de inversión en menos de 7 años	$RI(año)=\frac{100}{IT}\sum_{n=1}^{12}VA(n)$	VA(n): Costo ahorrado por energía eléctrica del mes n.  N: Mes del año (1...12) IT: Costo total del proyecto	% Retorno	>14%	Comparación del ahorro acumulado Vs el costo total del proyecto.	Facturas de energía eléctrica.  Costos del Proyecto e Inversiones Incurridos hasta la puesta en funcionamiento.	Dirección Administrativa de la institución Educativa.	Anual
	Confiabilidad	C	Confiabilidad del sistema: Es el porcentaje del tiempo que el sistema esta disponible para su uso.	Mantener el sistema de tal forma que la confiabilidad del mismo sea superior al 99.9%	$C=100*TTOP/(TTOP+TND)$	TTOP= Tiempo total Operativo en el periodo de evaluación en horas.  TND=Tiempo total no disponible por fallas o reparaciones.	%	>99.8	Registro de todas las interrupciones de operación del sistema y de sus tiempos de duración.	Vitacora de operación del sistema.  Software o Firmware del Inversor.	Servicio Técnico del Ejecutor.	Trimestral
	Soporte Técnico	IMP	Indice de Mantenimiento preventivo	Realizar mínimo una inspección trimestral de mantenimiento preventivo	$IMP=MR/4$	MR = Número de mantenimientos preventivos realizados y documentados.	Mantenimientos / trimestre.	>1	Realizar mantenimiento de acuerdo a los procedimientos del proveedor y documentarlo en el formato de checklist.	Checklist de Inspección y Mantenimiento.  El cliente deberá firmar el recibo del checklist de inspección y el recibo del servicio técnico.	Ejecutor	Trimestral
METRICAS DE GESTION DEL PROYECTO	Desempeño de Costos	IVC	Indice de varianza de costos	Lograr una variación de presupuesto inferior al 10%	$IDC=100\times(Cr/Cp)$	Cr = Costo actual real acumulado.  Cp = Costo actual planeado.	%	<10%	Reunión del DP con los interesados para revisión del presupuesto ejecutado Vs. El planeado	Software de seguimiento de proyectos.  Plan de gestión del presupuesto.	Director del Proyecto.	Semanal
	Desempeño del Tiempo	IRC	Indice de Retraso de cronograma	Impedir Retrasos en cronograma superiores al 2.5%	$IRC=100(Tp-Te/Tp)\times100$	Tp= Tiempo planeado. Te= Tiempo Ejecutado.  IRC Positivo: Proyecto adelantado. IRC Negativo: Proyecto retrasado.	%	< 2.5%	Reunión del DP con los interesados para revisión del cronograma ejecutado Vs. El planeado	Software de seguimiento de proyectos.  Plan de gestión del cronograma	Director del proyecto.	Semanal
	Tiempo perdido	TNP	El tiempo transcurrido entre el inicio de la interrupción de una actividad y la reanudación de la misma como consecuencia de un evento adverso.	Realizar toda actividad dentro de los tiempos y procedimientos planeados de manera que el tiempo no productivo semanal sea menor a 1hr.	$TNP=\sum TPA(n)$  Donde: TPA= Tf - Ti	Tf= Hora de reanudación de la actividad  Ti = Hora de la interrupción de la actividad.	Horas (formato decimal)	<1	registro estricto del tiempo de las actividades (Vitacora) donde debiera anotarse detalladamente la hora de inicio de una interrupción de la actividad y la hora de reanudación de la misma.	Vitacora de actividades (Job Log).  El tiempo debe darse en formato decimal. Ej: 10h45m = 10.75 h	Ejecutor  Director del proyecto.	Semanal
	Eficiencia	ExEff	Eficiencia de la Ejecución	Mantener la eficiencia en la ejecución por encima del 97.5%, asumiendo un calendario de 40hr/semana.	$ExEff=100\times TNP\text{ (semanal)}/40$	TNP = Tiempo no productivo en la semana.	%	>97.5%	Relación del tiempo perdido en la semana Vs. El tiempo total laborado en la semana.	Vitacora de actividades (Job Log).  El tiempo debe darse en formato decimal. Ej: 10h45m = 10.75 h	Ejecutor  Director del proyecto.	Semanal
	Cumplimiento de procesos	ICP	Indice de cumplimiento de los procesos y procedimientos.	Mostrar el cumplimiento del 100% de los procedimientos evidenciados con la documentación requerida para cada proceso.	$ICP=ES/PR$	ES = Evidencias satisfactorias (documentos físicos que demuestran la realización del procedimiento).  PR = Número Total de procedimientos o tareas realizadas.	Adimensional	1	De acuerdo a la actividad o fase de ejecución, registrar y clasificar y numerar las actividades de acuerdo al proceso al que pertenece.  Evidenciar cada proceso mediante la recolección de los respectivos checklist o formatos de procedimiento.  El número de documentos o evidencias válidas, debería ser igual al numero de procesos, es decir que se debe tener evidencia válida de cada procedimiento.	Listas de chequeo de procedimientos.  Formatos de procedimiento.  Vitacora de ejecución.  Cronograma de actividades.	Director del proyecto.  Ejecutor	Semanal
	Avance de la ejecución	%Completado	Porcentaje del proyecto ejecutado.	Lograr un avance en la ejecución superior al 20% semanal.	$\%Completado=NIOF\times100/NTE$	NIOF= Numero de equipos instalados y operativos. NTE = Numero total de equipos.	%	>20%	Registrar el numero de equipos efectivamente instalados y probados.  Evidencia de las pruebas de funcionamiento realizadas usando el formato de pruebas	Vitacora de ejecución  Formato de pruebas del sistema.  Lista de actividades.	Director del proyecto.  Ejecutor	Semanal
	Gestión de cambios	GC%	Porcentaje de cambios efectivamente implementados o rechazados.	Lograr la efectiva gestión (implementación o rechazo) de los cambios solicitados.	$GCK=100\times NCG/SC$	NCG = Numero de cambios implementados o rechazados. SC=Numeto total de solicitudes de cambio.	%	> 95%	Registrar todas las solicitudes de cambio en el formato de control de cambios. Y actualizar el estado de implementación.  Evidencia de solicitudes de cambio aprobadas.	Plan de gestión de cambios.  Formato de registro y control de cambios.  Formato de solicitud de cambio.	Director del proyecto.	Semanal

Construcción del Autor.

- **Bitácora de Actividades:** A ser diligenciada por el Ingeniero Ejecutor para realizar registro detallado a las actividades de ejecución del proyecto, registro de interrupciones y tiempos.

[illegible]

*Figura 35. Bitácora de actividades. Construcción del Autor.*

- **Formato de seguimiento de Operación:** Realiza seguimiento a las salidas del producto final y evalúa su desempeño con respecto a las métricas de calidad.

[illegible]

*Figura 36. Seguimiento de la Operación del producto, construcción del Autor.*

- **Formato de Seguimiento del Mantenimiento:** Utilizado para registrar las visitas de inspección y mantenimiento para cumplir las condiciones de Garantía de los equipos y del trabajo realizado.

[illegible]

*Figura 37. Seguimiento inspecciones de mantenimiento, construcción del Autor*

- **Lista de verificación mantenimiento:** A ser diligenciada por el técnico de mantenimiento como recordatorio de las actividades mínimas a realizar durante una visita de inspección.



Figura 38. Lista Verificación de mantenimiento, construcción del Autor

Este formato es el que se utiliza para documentar los hallazgos y conclusiones de las auditorías que se ejecutan. Se trata de un formato muy sencillo donde se prima la información por encima del formalismo.

AUDITORIA DE CALIDAD										Componente: Plan de Gestión de Calidad		
Proyecto: IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR EN EL COLEGIO "ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA" DE NEIVA										Numero de documento:		
Proceso: <b>Gestión de Calidad</b>										PR-GDC-06-1		
Propietario del proceso: <b>Analista HSEQ</b>										Fecha Revisión		
Formato aprobado por: <b>GDP</b>										No. Revisión		
Formato revisado por: <b>Director del Proyecto</b>										Page: 1 de 1		
Fecha:												
Nombre Auditor:												
Director de Proyecto:												
CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES												
ACTIVIDAD	ENTREGABLE	Actividades de Calidad	Registro y Verificación	EVIDENCIA	Responsables	CONFORMIDAD			Evidencia conforme		RNC No.	FECHA
						CUMPLE	PARCIALMENTE	NO CUMPLE	SI	NO		
Adquirir Equipos	Realizar Desembolso Inicial para adquisición de Equipos.	- Reunión con el contratista para confirmar que las especificaciones técnicas de los equipos y materiales a utilizar, corresponden a los de la oferta. - Verificar disponibilidad de recursos e insumos para fijar la fecha de inicio. - Verificar las competencias del personal Ejecutor. - Acordar las cantidades de equipo, materiales e insumos que se requieren.	- Acta de la reunión.	Acta Firmada por el Director del proyecto, el representante del contratista y el representante del cliente.	Director del Proyecto							
Transporte de equipos, estructura, materiales e insumos eléctricos.	Entrega de equipos y materiales en el sitio del proyecto.	- Verificar que los equipos, materiales e insumos enviados corresponden con las cantidades acordadas y que cumplen con las especificaciones técnicas, certificados de Calidad y Garantía del Fabricante. - Realizar pruebas preliminares de funcionamiento de los equipos. - Reunión para firma del acta de Inicio de Actividades.	- Lista de verificación de Equipos y materiales. - Certificados de Garantía. - Reporte de no conformidad (RNC) para equipos con prueba fallida o fuera de especificaciones. - Acta de inicio de actividades.	- Listas de verificación firmadas, Actas y RNC firmadas por DP y Contratista. - Certificados de Garantía por cada equipo. Deben especificar Números de serie y condiciones de Garantía.	Director del Proyecto Ingeniero Ejecutor							
Adecuar espacios	Espacios adecuados	- Verificar las condiciones iniciales de los espacios antes y después de la actividad.	- Informe con Registro fotográfico antes y después de la actividad. - RNC si hay afectaciones a la propiedad.	- Informe y RNC firmados por DP y contratista.	Contratista ejecutor Analista de Calidad							
Montar de Estructuras de Soporte y marcos para paneles.	Estructura de soporte montada	- Realizar prueba de esfuerzo y resistencia de la estructura.	- Informe y registro fotográfico de la prueba.	- Soportar Peso equivalente al del los paneles solares +50% por 24 hr.	Contratista ejecutor Analista de Calidad							
Instalar Paneles Solares	Paneles solares instalados	- Realizar prueba de circuito abierto y corto circuito.	- Registro de VOC e ISC de los paneles. - RNC si prueba falla.	- Parámetros en tolerancia según especificaciones.	Contratista Ejecutor							
Tender Cableado /Instalar ductería y Tomas eléctricas/ Resanes	Ductería y cableado tendido hasta el inversor. Resane de estructuras aprobado x cliente.	- Verificar condiciones antes y después de los espacios.	- Informe y registro fotográfico. - RNC si hay afectaciones a la propiedad.	- Informe y RNC firmados por DP y contratista.	Contratista Ejecutor Analista de Calidad							
Montar e instalar Inversor y demás equipos requeridos.	Inversor / regulador instalado y operativo	- Verificar correcto funcionamiento del Inversor según especificaciones del fabricante.	- Medir Voltaje de salida. - RNC si prueba falla.	- Formatos de prueba de conformidad firmados por el Ejecutor y aceptados por el cliente.	Contratista Ejecutor Analista de Calidad.							
Modificaciones y adaptaciones del tablero eléctrico	Tablero eléctrico modificado para la nueva configuración y operativo para la red existente en la Institución.	- Verificar funcionamiento Normal del Tablero. - Verificar que el tablero se adapta a la conexión del Sistema PV. - Verificar conformidad con RETIE.	- Registro Fotográfico. - Diagrama esquemático con la modificación implementada y aprobado por la autoridad competente.	- Formato de conformidad firmados y aceptados. - Registro fotográfico y diagrama adjuntos. - Prueba de aislación >500 Mohm o según especificaciones RETIE. - Continuidad de línea a tierra <1 Ohm o según especificaciones RETIE.	Contratista Ejecutor Analista de Calidad							
Conexión de Inversor y puesta a tierra.	Inversor conectado, operativo y protecciones instaladas según RETIE.	- Identificar posibles riesgos de seguridad y calidad (afectaciones a personas, terceros o a la propiedad) - Verificar instalaciones según RETIE por Inspector Externo. - Solicitar asesoría de expertos si es necesario.	- Análisis de riesgos de seguridad y Calidad. - Auditoría e inspección de la instalación. - Informe de acciones correctivas y mejoras.	- Formato de Análisis de Riesgos firmado por todos los involucrados. - Formato de conformidad RETIE aprobado por inspector externo. - Evidencia de acciones correctivas implementadas.	Contratista Ejecutor Analista de Calidad Auditor Externo (RETIE)							
pruebas de funcionamiento y monitoreo	Sistema totalmente Operativo.	- Realizar pruebas de Carga. - Realizar prueba de Interrupción del servicio comercial. - Realizar otras pruebas especificadas en la propuesta del contratista.	- Informe de pruebas realizadas, registro fotográfico y medición de parámetros.	- Parámetros en tolerancia de acuerdo a las especificaciones. - Informe de pruebas aceptado por el Representante del Cliente.	Contratista Ejecutor. Analista de Calidad. Auditor Externo (RETIE)							
Entrega del Sistema	Instructivo de operación y mantenimiento. Espacios de la propiedad en condiciones conformes.	- Instruir al cliente o su delegado en los procedimientos para el funcionamiento, Operación y mantenimiento de los equipos y del sistema en General. - Realizar las reparaciones de aquellos daños causados durante la ejecución.	- Acta de finalización de actividades. - Manuales y documentación de los equipos. - Certificado de Garantía de fabricante de los Equipos. - Certificado de Garantía del trabajo del Contratista. - Condiciones de Garantía. - Contrato de servicio posventa. - Registro fotográfico Antes y después de los trabajos. - Reunión de los interesados para evaluar el desempeño del proyecto.	- Manuales entendidos y aceptados por el Cliente o su representante. - Certificados de Garantía Firmados por el Proveedor. - Contrato servicio posventa firmado por las partes. - Acta e informe de entrega de espacios aceptada por el cliente. - Acta de finalización de actividades firmada por las partes. - Informe de no conformidades y de lecciones aprendidas.	Contratista Ejecutor. Director del Proyecto. Contratista Ejecutor.							
Monitorear la Operación del sistema	N/A	- Registrar información de Facturación del servicio de energía eléctrica. - Diligenciar Formato de Seguimiento de la Operación del sistema. - Registrar fallas del sistema y llamados a servicio técnico.	- Formato de seguimiento de la Operación.	- Parámetros dentro de lo establecido por las metas de Calidad.	- Delegado del Cliente.							
Realizar Mantenimientos trimestrales.	Informe de Mantenimiento	- Verificar cumplimiento de los procedimientos. - Correctivos realizados.	- Acta de recibo del servicio.	- Parámetros dentro de Tolerancia.	- Contratista de Mantenimiento.							

*Figura 39. Formato Auditoría de calidad, construcción del Autor*

[illegible]

Figura 40. Formato de trazabilidad de hallazgos - auditoría de calidad (PR-GDC-06-2), construcción del Autor

REPORTE DE NO CONFORMIDAD				Componente: Plan de Gestión de Calidad		
Proyecto: IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR EN EL COLEGIO "ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA" DE NEIVA				Numero de documento:		
Proceso: Gestión de Calidad				PR-GDC-05-3		
Propietario del proceso:		Formato aprobado por:		Fecha Revisión	No. Revisión	Page:
Analista HSEQ		GDP		31-mar-17	1	1 de 1
"Cualquier involucrado (directivo, del equipo de trabajo o contratista) está en capacidad de reportar una no conformidad que represente un riesgo al éxito integral del proyecto"						
Nombre:				CÓDIGO ACTIVIDAD:	REPORTE DE NO CONFORMIDAD	
Cédula:				DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD:	No. RNC #	
Cargo:				ACTIVIDAD DE CALIDAD:	12345	
No conformidad debida a:				FECHA:		
Auditoria___ Riesgo Identificado___ Procedimiento inadecuado___ Procedimiento no seguido___ Material no conforme___						
(Marque con x) Documentación incompleta___ Fuera de tolerancia / especificaciones___ Indicador / parámetro fuera de control___						
Inconformidad del Cliente (Sponsor)___ Tiempo perdido___ Inconformidad del contratista___ Personal no Competente o falta de entrenamiento___						
HALLAZGO / NO CONFORMIDAD IDENTIFICADO:						
SOLUCIÓN INMEDIATA:						
ACCION DE MEJORA PARA SOLUCIÓN PERMANENTE:				Requiere Gestión de Cambio: SI___ NO___		
				Solicitud de Cambio No. _____		
				Fecha Solicitud: _____		
QUIEN REPORTA:		RECIBIDO ANALISTA HSEQ		DIRECTOR DEL PROYECTO (NOTIFICADO)		
Nombre y firma		Nombre y Firma		Nombre y Firma		
Cargo:		Fecha:		Fecha:		
Fecha:						
ESTADO RNC		EVIDENCIA Y CIERRE:				
Abierto:___		Fecha de cierre:_____				
En trámite de Gestión de Cambio:___		Evidencia adjunta:___ (Anexe copia de la evidencia o el link de acceso si es medio magnético)				
Cerrado:___		Nombre y Cargo de quien Cierra RNC:_____				
En trámite por contratista:___						

Figura 41. Formato reporte de no conformidad, construcción del Autor

Figura 42. Formato análisis de causa raíz, construcción del Autor

*Figura 42. Formato análisis de causa raíz, construcción del Autor*

#### 6.4.5. Listas de verificación de los entregables (producto / servicio).

Estas listas pretenden ser solamente guías, pues no todos los proyectos podrán abordar todos los aspectos señalados en las listas de verificación. Los documentos se deben elaborar de acuerdo al contexto y ámbito específico de su proyecto, y a las prioridades y requerimientos del donante con quien se esté trabajando.

Tabla 46. Listado de verificación de entregables.

#	ACTIVIDAD	Estado
1	<b>ANTECEDENTES</b>	
2	<b>DEFINICIÓN DE LA MATRIZ DE MARCO LÓGICO</b>	
3	Análisis de los involucrados	
4	Matriz de prioridades	
5	Análisis de problemas (Árbol)	
6	Análisis de objetivos (Árbol)	
7	Análisis de alternativas	
8	Matriz de marco lógico	
9	<b>INFORMACIÓN DE LA EMPRESA O CLIENTE DEL PROYECTO</b>	
10	Cliente - Producto - Misión – Visión	
11	Diagnostico estratégico (Matriz DOFA)	
12	Factores críticos de éxito	
13	Perfil competitivo	
14	Análisis competitivo (Porter)	
15	Matriz de posición estratégica y de evaluación de acción	
16	Objetivos & Beneficios Estratégicos	
17	<b>PROCESOS DE INICIACIÓN</b>	
18	Enunciado del trabajo del proyecto	
19	Situación actual (Lay Out de equipos y/o Modelo)	
20	Solución propuesta (Lay Out y/o Modelo)	
21	Contrato o indicaciones del patrocinador o cliente	
22	<b>Factores ambientales de la empresa</b>	
23	Cultura de la organización	
24	Estructura de la organización	
25	Infraestructura (instalaciones, equipos, sistemas)	
26	Recursos humanos existentes: Responsabilidad - Formación - Destrezas (skills)	
27	Administración de personal (Proceso de Contratación)	
28	Sistema de autorización del trabajo	
29	Condiciones del mercado	

30	Estándares y normas gubernamentales o industriales	
31	Tolerancia al riesgo (Con respecto al ciclo de vida del proyecto)	
32	Bases de datos comerciales (costos, riesgos)	
33	Sistemas de información de la gestión de proyectos (Web, intranet, software)	
34	<b>Activos de los procesos de la organización</b>	
35	Procesos estándar de la organización (dirección de proyectos, seguridad, calidad)	
36	Guías, normas, criterios de medición y evaluación	
37	Plantillas disponibles (de uso corriente)	
38	Procedimientos para emitir autorizaciones de trabajo (Flujograma del proceso)	
39	Sistema de comunicación (tecnología, medios, registro)	
40	Requisitos de cierre del proyecto (Flujograma del proceso)	
41	Control financiero (Flujograma del proceso)	
42	Gestión y resolución de defectos, cambios (Flujograma del proceso)	
43	Gestión de riesgos (Flujograma del proceso)	
44	<b>PROCESOS DE PLANEACIÓN</b>	
45	<b>INTEGRACIÓN</b>	
46	Acta de constitución del Proyecto (Project charter)	
47	Registro de Interesados (Identificación - Intereses - Participación - Impacto)	
48	Acta de nombramiento del gerente del proyecto	
49	Mapa del proceso para el Desarrollo y Ejecución del Proyecto identificando el área de ejecución	
50	Plan para la Dirección del Proyecto	
51	Matriz de integración	
52	Matriz de Gestión de Control de Cambios (Change Control Planning)	
53	Mapa del Proceso de gestión de cambios (link con ficha o formato)	
54	<b>PLANEACIÓN DEL ALCANCE</b>	
55	PSS Declaración del alcance del proyecto (Project Skope Statement)	
56	Definición del ciclo de vida proyecto	
57	Estructura de desagregación de trabajo EDT / WBS (Work Breakdown Structure)	
58	Estructura de desagregación de producto PBS (Product Breakdown Structure)	
59	Estructura de desagregación de organización OBS (Organization Breakdown Structure)	
60	Matriz de valoración del riesgo RAM (Risk Assessment Matrix)	
61	Estructura de desagregación del riesgo RBS (Risk Breakdown Structure)	
62	Matriz de asignación de responsabilidades RAM (Responsibility Assignment Matrix)	
63	Matriz Entregables	
64	Diagrama de Red (Milestones Project)	
65	Matriz de asignación de recursos a los procesos (Tiempo)	
66	SBS (Schedule Breakdown Structure) Matriz de Programación PERT	

67	Amplitud del proyecto: Análisis del nivel de confianza	
69	Estructura de desagregación del costo CBS (Cost Breakdown Structure)	
70	<b>PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO</b>	
71	Cronograma resumido (MS Project - Tareas resumen)	
72	Diagrama de programación de actividades (MS Project detallado)	
73	Diagrama de barras de Gantt (con asignación de recursos)	
74	Programación de recursos (histograma sin balance)	
75	Presupuesto programado por semestres (Sin Balance)	
76	Flujo de caja programado por trimestres (Sin Balance)	
77	Diagrama de programación de actividades (Balanceado)	
78	Diagrama de barras de Gantt (Balanceado)	
79	Optimización de recursos (histograma balanceado)	
80	Presupuesto programado por semestres (Balanceado)	
81	Flujo de caja programado por trimestres (Balanceado)	
82	<b>PLANEACIÓN DE COSTOS</b>	
83	Matriz de identificación de recursos tecnológicos	
84	Matriz de identificación de recursos humanos	
85	Matriz de identificación de recursos consumibles	
86	Listado de optimización del uso de recursos a mínimo costo (Crash Effect)	
87	Gráfica de optimización del uso de recursos a mínimo costo (Crash Effect)	
88	Informe General de presupuesto	
89	Ejecución presupuestal discriminada en el tiempo	
90	Curva inicial de valor programado "S"	
91	<b>PLANEACIÓN DE LA CALIDAD</b>	
92	Plan de Calidad (Esquema de la política de calidad vs. estándar o normas)	
93	Matriz de variables críticas	
94	<b>Indicadores de gestión por área</b>	
95	Indicadores de Gestión – Operación	
96	Indicadores de Gestión - Mantenimiento	
97	Indicadores de Gestión – Calidad	
98	Indicadores de Gestión – Servicio	
99	Matriz de causa – efecto	
100	<b>PLANEACIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS</b>	
101	Planeación organizacional	
102	Estructura organizacional vs. OBS	
103	Matriz de roles y competencias requeridas (equipo de proyecto y equipo de proveedores)	
104	Programación de vinculación	
105	Procesos de selección (diagrama de flujo)	



106	Procesos de capacitación (diagrama de flujo)	
107	Procesos de promoción o de evaluación del desempeño (esquema o diagrama de flujo)	
108	Manejo de problemas (link con ficha o formato)	
109	<b>PLANEACIÓN DE COMUNICACIONES</b>	
110	Esquema de distribución de las comunicaciones (diamante)	
111	Plan de comunicaciones (Definición de comunicaciones formales y no formales)	
112	Matriz de comunicaciones	
113	Cronograma de reuniones	
114	<b>PLANEACIÓN DE RIESGOS</b>	
115	<b>Riesgo proyecto</b>	
116	Matriz tridimensional	
117	Matriz de apoyo	
118	Identificación de herramientas o instrumentos de control	
119	Matriz de mitigación	
120	<b>Riesgo impacto</b>	
121	Planeación	
122	Identificación del riesgo	
123	Análisis cualitativo de los riesgos	
124	Análisis cuantitativo de los riesgos	
125	Identificación de herramientas o instrumentos de control	
126	Mitigación de riesgos	
127	<b>Riesgo programación</b>	
128	Caracterización del riesgo programación	
129	Matriz tabular	
130	Mapa de ruta crítica	
131	Herramientas de seguimiento y control	
132	Matriz de mitigación de la ruta crítica	
133	<b>Riesgo presupuesto</b>	
134	Caracterización del riesgo presupuesto	
135	Descripción de metodología de análisis	
136	Cálculo de riesgo presupuesto asociado	
137	Herramientas de seguimiento y control	
138	Matriz de mitigación del presupuesto	
139	<b>PLANEACIÓN DE ADQUISICIONES</b>	
140	Plan de compra y subcontrataciones	
141	Planeación del proceso de adquisición de equipos e insumos	
142	Criterios de selección de equipos	
143	Matriz de criterios de selección de proveedores	

144	Matriz de evaluación del desempeño de proveedores	
145	Planeación del proceso de cumplimiento de pólizas y garantías	
173	<b>PROCESOS DE EJECUCIÓN</b>	
174	Reunión de inicio (Kickoff Meeting)	
175	Definición y estructuración de la PMO	
176	Cronograma: Programación vs. Ejecución (Fechas & Gantt)	
177	Flujo de caja Planeado vs. Ejecutado	
178	Presupuesto Planeado vs. Ejecutado (Valor Ganado)	
179	Curva de valor programado vs. ejecutado "S"	
180	Índice de rendimiento con respecto al costo IRC	
181	Índice de rendimiento con respecto al tiempo IRP	
182	Evaluación de conveniencia y rentabilidad: Indicadores obtenidos vs. definidos en (Business Case)	
183	Evaluación de indicadores de gestión ejecutados vs. estándares definidos en el plan de calidad	
184	Evidencia de seguimiento de la gestión del talento humano	
185	Evidencia de seguimiento de las comunicaciones y de las adquisiciones	
186	Evidencia de mitigación de riesgos	
187	Proceso de revisión de pagos de seguridad social por contratistas	
188	<b>PROCESOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL</b>	
189	Control de estructura de desagregación CBS (Control Breakdown Structure)	
190	Control de cambios (Matriz resumen de resultados)	
191	Cronograma de control de pólizas ejecutado	
192	Informe de exigencia de garantías	
193	Informe de conformidades y no conformidades del proyecto	
194	<b>PROCESOS DE CIERRE</b>	
195	Estructura de desagregación de cierre CBS (Close Breakdown Structure)	
196	Actas de legalización y cierre de procesos con contratistas	
197	Close Down – Anuncio	
198	<b>LECCIONES APRENDIDAS (Tanto para el proyecto como para la metodología usada)</b>	
199	<b>CONCLUSIONES (Con base en los entregables y resultados del proyecto)</b>	
200	<b>RECOMENDACIONES</b>	

*Construcción del autor*

## 6.5 PLAN DE GESTION DE RECURSOS HUMANOS

El Plan de recursos humanos aplicado al proyecto ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA, descrito a continuación tiene como objetivo servir como guía para realizar la contratación y manejo del personal que trabajará en el proyecto desde la construcción de los perfiles de cargo hasta la forma de resolver los diferentes conflictos que se puedan presentar.

El alcance contempla la descripción de roles y responsabilidades, la matriz RACI, El horario de los recursos, las actividades de capacitación y desarrollo del equipo, los procesos de vinculación y liberación y los esquemas de incentivos y recompensas.

### 6.5.1. Roles y Responsabilidades

A continuación, se presenta el cuadro de roles y responsabilidades de los diferentes actores dentro del proyecto.

*Tabla 47 Cuadro de roles y responsabilidades*

INTERESADO	ROL	RESPONSABILIDAD
CONSEJO DIRECTIVO (Junta CORPADE)	Patrocinador	Aprobar o desaprobado el proyecto y cualquier modificación en la que se incurra.
RECTOR DEL COLEGIO	Patrocinador	Desde el lado académico, canal de comunicación entre el consejo directivo del colegio y el gerente de operaciones del proyecto.
DIRECTOR ADMINISTRATIVO	Patrocinador	Canal de comunicación entre el consejo directivo del colegio y el gerente de operaciones del proyecto.
GERENTE DE OPERACIONES	Gerente	Liderar la ejecución del proyecto de implementación de paneles solares.
JEFE DE MANTENIMIENTO COLEGIO	Supervisor	Realizar la supervisión de las obras por parte del contratante y recibirlas a satisfacción.
DIRECTOR DE PROYECTO	Director	Dirigir las diferentes actividades como obra civil, compras, entregas, etc.
INGENIERO SUPERVISOR DE OBRA	Supervisor	Supervisar las obras civiles a ejecutar en la Institución Educativa
ANALISTA HSEQ	Supervisor	Velar para que se cumplan las normas de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente. Prevenir cualquier tipo de incidente o accidente durante el proyecto.
TÉCNICOS INSTALADORES	Ejecutor	Ejecutar las obras civiles

*Construcción del autor*

### 6.5.2. Matriz asignación Responsabilidades (RACI) por paquete de trabajo.

La siguiente matriz de asignación de responsabilidades establece los encargados de ejecutar, participar, coordinar, revisar y autorizar las diferentes actividades del proyecto.

Tabla 48. Matriz roles y responsabilidades.

Actividades	CONSEJO DIRECTIVO (Junta CORPADE)	RECTOR DEL COLEGIO	DIRECTOR ADMINISTRATIVO	GERENTE DE OPERACIONES	JEFE DE MANTENIMIENTO COLEGIO	DIRECTOR DE PROYECTO	INGENIERO SUPERVISOR DE OBRA	ANALISTA HSEQ	TÉCNICOS INSTALADORES
<b>Información preliminar</b>									
Recolección de información preliminar	A	A	A	C	P	E			
Análisis del proyecto				C	P	E			
<b>Planeación proyecto</b>									
Elaboración plan del proyecto	A	R	R	R,C		E			
Adquisición del personal para trabajar en el proyecto				A		E			
<b>Compra de equipos</b>									
Solicitud y presentación cotizaciones				R		E			
Aprobación cotizaciones	A	P	R	R	P	E			
Contratación y compra	A	P	R	R	P	E			
<b>Infraestructura</b>									
Revisión espacio disponible para instalación paneles				P	A	P			
Habilitar espacio				P	E				
Ejecución obras civiles				A	R	R	R	R	E
Instalación y conexión paneles				A	R	R	R	R	E
Revisión de conexión				A	R	R	R	R	E
Arranque y prueba de equipo				A	R	R	R	R	E

E=Ejecuta P=Participa C=Coordina R=Revisa A=Autoriza

Construcción del autor

### 6.5.3. Horario de Recursos.

Teniendo en cuenta que los trabajos que implican la ejecución e implementación del proyecto se realizaran en una institución educativa que debe mantener sus actividades se establecen los siguientes horarios para la ejecución de actividades:

Tabla 49. Horarios de recursos de personal.

Tipo actividad	Días	Horario
Actividades de obra civil	Lunes a Viernes	4:00 pm a 11:00 pm
	Sábados	7:00 am a 12:00 pm
Actividades de oficina	Lunes a Viernes	2:00 pm a 9:00 pm
	Sábados	7:00 am a 12:00 pm

Construcción del autor

### 6.5.4. Capacitación y Desarrollo del Equipo.

Dentro de las actividades de desarrollo y capacitación del equipo se encuentran las siguientes:

1. Capacitar formalmente al equipo de técnicos en los temas específicos referentes a paneles solares.
2. Capacitar formalmente al equipo de técnicos sobre temas de trabajo seguro en alturas.
3. Capacitar a los empleados del colegio para el mantenimiento y manejo de los paneles solares.
4. Adquirir y capacitar formalmente al personal en un software especializado para el control de los paneles solares.
5. Capacitar a los docentes de la Institución Educativa para que utilicen la instalación de los paneles como un elemento de enseñanza.
6. Capacitar a todos los empleados del proyecto de forma informal o con actividades de coaching para lograr un trabajo en equipo y un manejo de las comunicaciones óptimo.
7. Entregar al colegio en cabeza del jefe de mantenimiento la información sobre las obras realizadas, los mantenimientos que se deben realizar y el manejo de los paneles solares.

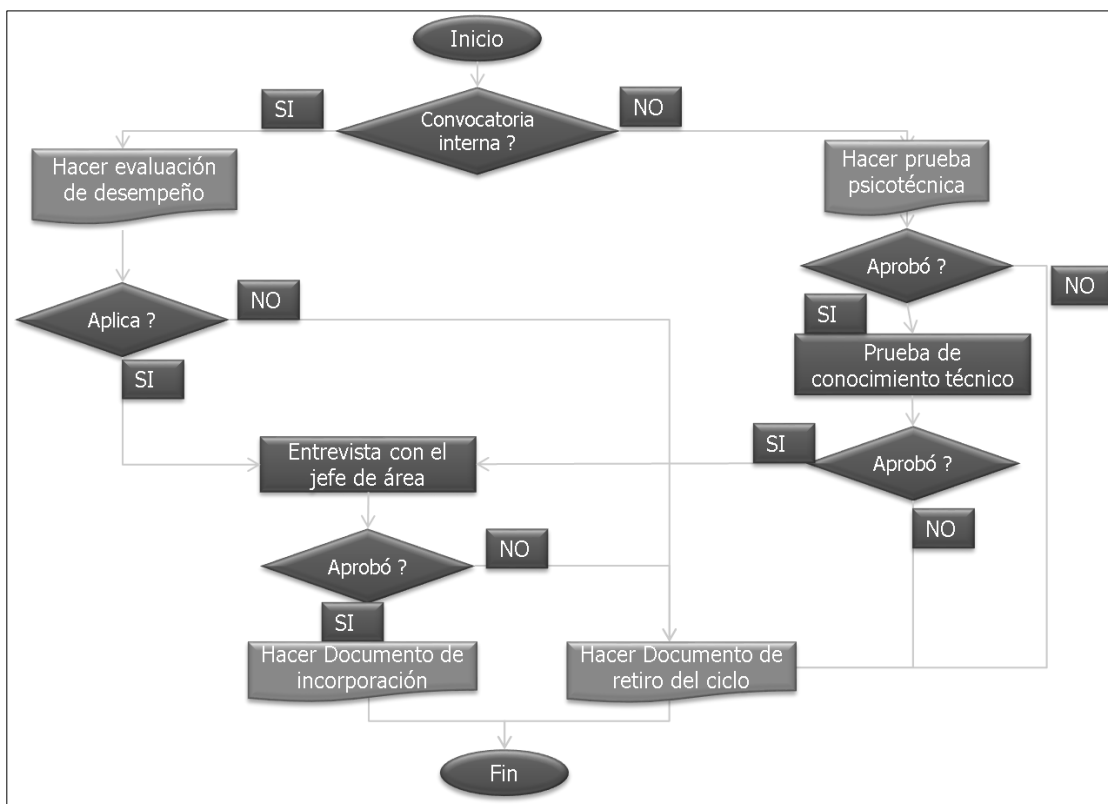


Figura 43. Proceso de capacitación. Construcción del autor

### **6.5.5. Adquisición y Liberación del Personal**

#### **Adquisición de personal**

Los pasos a seguir para realizar la evaluación, selección y vinculación de personal profesional nuevo serán los siguientes:

- Envío solicitud a medios de comunicación.
- Recibo de hojas de vida
- Primera Pre selección de hojas de vida de acuerdo a cargo aplicado.
- Entrevista con personal experto en selección de personal.
- Segunda pre selección de hojas de vida.
- Entrevista con el gerente de proyecto.
- Tercera pre selección de hojas de vida
- Elaboración de pruebas técnicas a candidatos.
- Selección personal para el cargo.
- Entrega de documentos por parte del empleado.
- Firma de contrato.
- Ejecución de exámenes médicos de ingreso.
- Afiliación al sistema de seguridad social.

Los pasos a seguir para realizar la evaluación, selección y vinculación de personal operativo nuevo serán los siguientes:

- Envío solicitud a medios de comunicación.
- Recibo de hojas de vida
- Primera Pre selección de hojas de vida de acuerdo a cargo aplicado.
- Entrevista con personal experto en selección de personal.
- Segunda pre selección de hojas de vida.
- Entrevista con el gerente de proyecto.
- Selección personal para el cargo.
- Entrega de documentos por parte del empleado.
- Firma de contrato.
- Ejecución de exámenes médicos de ingreso.
- Afiliación al sistema de seguridad social.

Para adquirir el equipo de trabajo se debe seguir el siguiente procedimiento

1. Diligenciar el formato PR-RRHH-01 para la solicitud de nuevos integrantes que resumen el perfil del cargo requerido. Se debe describir el cargo, objeto del cargo, educación y formación requerida, las habilidades, la experiencia, salario, duración del contrato y cualquier observación a tener en cuenta.
2. Los perfiles se solicitarán en diferentes medios de difusión de información y búsqueda de persona así como en página web indicando todos los requerimientos.
  - Tipo de negociación. Para establecer la manera de afrontar la forma de contratación y negociación se debe analizar previamente al interesado y establecer una estrategia adecuada de acuerdo al perfil. El resultado final debe ser una negociación que beneficie a las dos partes, contratante y contratista y que permita la correcta ejecución del proyecto y llegada a feliz término hasta el final. Reconocimiento de los protagonistas como interlocutores válidos.

**Criterios de liberación de personal:**

1. Culminación de las actividades requeridas para dar cumplimiento al proyecto.
2. Terminación anticipada del proyecto por motivos inesperados.
3. Incumplimiento de cualquiera de las obligaciones del contrato.
4. Falta grave o que vaya en contra del cumplimiento del proyecto.

### 6.5.6. Medición del desempeño.

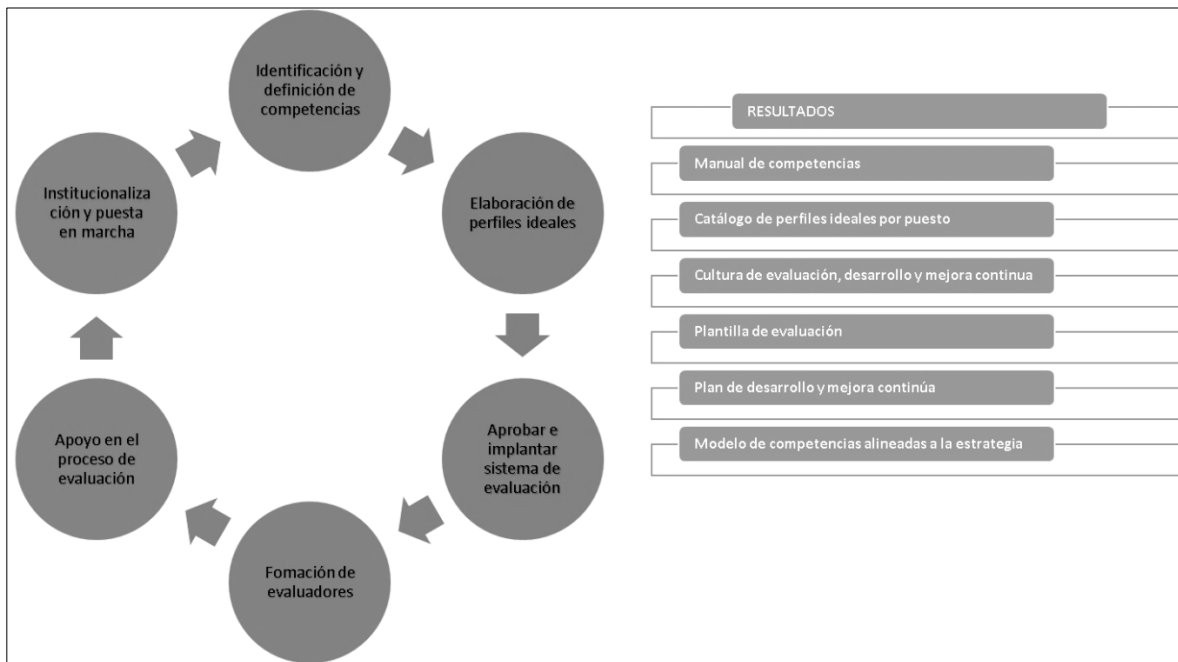


Figura 44. Proceso de evaluación de desempeño. Construcción del autor

### 6.5.7. Esquema de Incentivos y Recompensas.

Tabla 50. Esquema de incentivos y recompensas

ESQUEMA INCENTIVOS Y RECOMPENSAS				
PROTECCIÓN	AHORRO	CONSUMO	DESEMPEÑO	RESULTADOS PROYECTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguro de vida</li> <li>- Sistema de salud complementario</li> <li>- Permisos para días especiales, enfermedad</li> <li>- Incapacidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pensiones obligatorias</li> <li>- Ahorro fondo empleados</li> <li>- Sistema de cesantías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentación</li> <li>- Transporte</li> <li>- Auxilio económico</li> <li>- Becas para familiares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beneficios por reducción presupuesto</li> <li>- Beneficios por reducción tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beneficios por resultados finales del proyecto dependiendo de rango mejoras</li> </ul>

Construcción del autor



## 6.6. PLAN DE GESTIÓN DE COMUNICACIONES

El plan de gestión de comunicaciones aplicado al proyecto ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA, contiene la descripción de los métodos y procedimientos a seguir para la planeación, gestión y control de las comunicaciones del proyecto en sus diferentes etapas, incluyendo los diferentes medios, formas y formatos para el manejo de la información del proyecto de acuerdo al requerimiento de los interesados. También brinda información acerca de los canales de comunicación y sus condiciones.

### **Objetivo:**

Proveer al Gerente, al equipo y los interesados del proyecto con una guía de las herramientas necesarias para el manejo de las comunicaciones del proyecto de forma eficiente y eficaz.

### **Alcance:**

El presente plan comprende la descripción de los métodos y procedimientos a seguir para la planeación, gestión y control de las comunicaciones del proyecto en sus diferentes etapas, incluyendo los diferentes medios, formas y formatos para el manejo de la información del proyecto de acuerdo al requerimiento de los interesados. También brinda información acerca de los canales de comunicación y sus condiciones.

### **Planificación de las comunicaciones**

#### **Canales de comunicación:**

La tabla 51 muestra los canales de comunicación entre los diferentes interesados del proyecto, para los cuales se han definido las siguientes condiciones para las comunicaciones:

- *Comunicación Normal (N)*: Son comunicaciones habituales relacionadas con el proyecto en sus diferentes etapas. En ellas se enmarcan informes de desempeño, presentaciones, llamadas, e mails, cartas, memorandos, comunicados, mensajes de texto o voz y reuniones. Pueden tener diferentes niveles de prioridad determinada por los interlocutores.
- *Comunicación Condicional (C)*: Son comunicaciones restringidas a casos de emergencia manifiesta, riesgo, urgencia y compromiso de seguridad; donde por imposibilidad de

contacto, el mensaje debe escalar al siguiente nivel jerárquico. Por su carácter, deberían ser tratadas con alta prioridad y manejadas de una forma adecuada y responsable.

- *Comunicación improbable (X)*: Son comunicaciones que en condiciones normales de desarrollo del proyecto no deberían darse, por lo tanto, se consideran innecesarias. Por su carácter, deberían ser tratadas con Baja prioridad, a menos que exista una emergencia manifiesta por parte del emisor.

Tabla 51 Canales de comunicación

Emisor \ Receptor	Presidente C. Directivo	Rector	Director Admin.	Gerente Operaciones	Director Proyecto	Ingeniero Supervisor	Analista QHSE	Técnicos instaladores
Presidente Consejo Directivo		N	N	X	X	X	X	X
Rector de la Institución	N		N	N	N	N	N	X
Director Administrativo	N	N		N	N	C	C	C
Gerente Operaciones (funcional)	X	N	N		N	N	N	C
Director del proyecto	C	N	N	N		N	N	N
Ingeniero Supervisor	X	X	C	N	N		N	N
Analista QHSE	X	X	N	C	N	N		N
Técnicos instaladores (4)	X	X	X	C	N	N	N	

X= Innecesaria o improbable, N= Normal o habitual, C= Condicionada o restringida a emergencias o escalamientos.

Construcción del Autor.

## Acuerdos de Servicio

Dentro del proyecto se establecen acuerdos de servicio para resolver las situaciones presentadas que han sido escaladas al nivel superior, bajo los siguientes criterios:

- Cuando es una situación crítica, se podrá escalar al nivel superior (máximo el Líder del Proyecto) cuando después de 5 días de notificada la situación esta no tenga solución o avances para hallar la solución.
- Cuando es una situación moderada, se podrá escalar al nivel superior (máximo el Líder del Proyecto) cuando después de 10 días de notificada la situación esta no tenga solución o avances para hallar la solución.
- Cuando es una situación baja, se podrá escalar al nivel superior (máximo el Líder del Proyecto) cuando después de 15 días de notificada la situación esta no tenga solución o avances para hallar la solución. Las situaciones que se presenten en los niveles superiores

de la estructura, deberán ser gestionadas por el Líder del Proyecto y el Patrocinador acorde a la necesidad de la solución y a los tiempos de respuesta requeridos para el proyecto.

## Gestión de las comunicaciones

### Métodos de comunicación, almacenamiento y retención:

Para la gestión de comunicaciones se han definido los siguientes métodos de comunicación y formas de almacenamiento y retención de la información:

Tabla 52 Métodos de comunicación

METODOS DE COMUNICACION		
	FORMAL	INFORMAL
<b>ORAL</b>	> Presentaciones. > Teleconferencia.	> Reuniones. > Charlas > Solicitud Verbal. > Mensaje de Voz.
<b>ESCRITA</b>	> E mail > Cartas > Informes. > Formatos del proyecto. > Actas. > Publicaciones	> Mensajería Instantánea (Chat o SMS).
FORMAS DE COMUNICACION		
<b>FISICOS</b>	Documentos Impresos.	
<b>MAGNETICOS</b>	CD, DVD, Memorias, Discos duros, PDF, Archivos de texto, Hojas de cálculo.	

Construcción del Autor

**NOTA:** Las reuniones para Informes de Gestión y/o Revisión/Aprobación de Cambios serán declaradas de Carácter **FORMAL**.

Tabla 53. Almacenamiento y retención de la información.

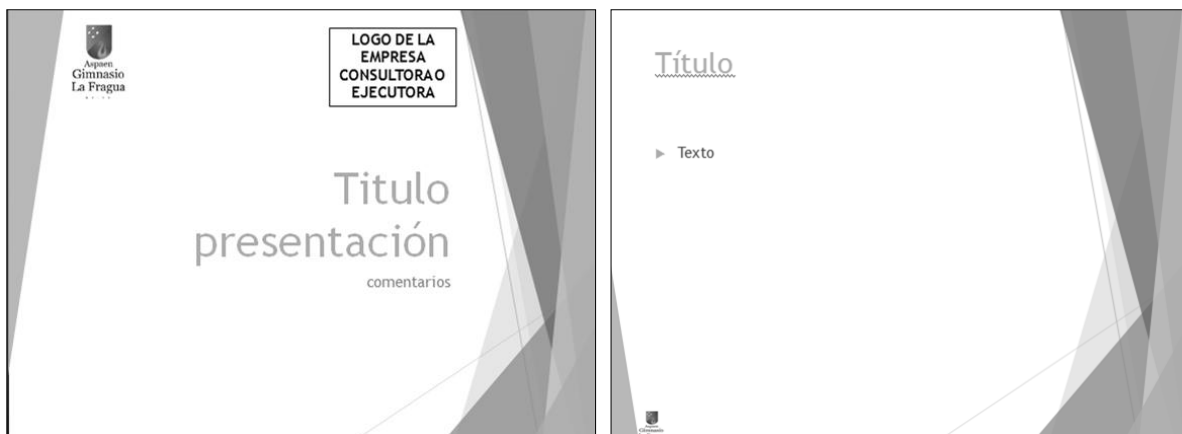
ALMACENAMIENTO Y RETENCION DE LA INFORMACIÓN				
METODO ALMACENAMIENTO	REQUERIMIENTO	RESTRICCIONES	ADMINISTRADOR	RETENCIÓN DE LA INFORMACIÓN
Electónico	Nube (I cloud, Dropbox o similar)	Acceso restringido por password. Equipo del proyecto, Directivos de la institución.	Director de proyecto y/o su delegado.	1 año posterior al cierre del proyecto. Copia de toda la información debe ser entregada al director administrativo en medio magnético quien la almacenará en los servidores asignados por la Institución el tiempo que estimen conveniente sus políticas internas.
Físico	En las instalaciones del Colegio.	Asegurado con llave.	Director administrativo. Director del proyecto.	10 Años posteriores al cierre del proyecto. El equipo del proyecto deberá escanear todo documento físico y almacenarlo eletrónicamente. Documentos Originales serán entregados al Director administrativo de la institución quien los almacenará de acuerdo a sus políticas internas de retención de la información.
Base de datos	Software de Proyectos MS Project	Equipo del Proyecto.	Director del proyecto.	1 Año posterior al cierre del proyecto. Todas las versiones del proyecto en formato ms Project deberán ser nombradas y guardadas de acuerdo a los estipulado en la sección "Control de Versiones" del plan de comunicaciones y registradas en el formato "Registro de documentos". Copia de todos los archivos ms project serán entregados al director administrativo quien la archivará de acuerdo a las políticas de retencion de información de la Institución.

Construcción del Autor

Guías y formatos para las comunicaciones:

- **Presentaciones:** Seguirán las pautas de la sección “Reuniones” y usarán la siguiente plantilla:

Plantilla 1: Plantillas para presentaciones en Power Point



Construcción del autor

- **Teleconferencias:**

- **Software:** Skype, Webex, TeamViewer o Similar.
- **Citación:** Vía e-mail con link web y número telefónico de acceso a la reunión, horario, duración y programación en el calendario outlook.
- **Programación:** 48 horas previas al evento.
- **Moderador:** Director del proyecto, su delegado ó, Quien cita la reunión.
- **Redacción de Minuta/Acta:** Delegado por el moderador.
- **Especificaciones:** Posibilidad de acceso vía Telefónica, Posibilidad de compartir archivos, pantalla o aplicaciones. Posibilidad de sesión del control. Posibilidad del uso de WebCam.
- **Contenido:** Ver sección “Reuniones”.

- **Reuniones:**

- **Citación:** Mínimo 72 Horas previas al Evento. Vía e-mail o carta formal.
- **Programación:** Serán programadas en el cronograma del proyecto y en el calendario Outlook.
- **Especificaciones:** Lugar, Fecha, Temática, código de vestuario, Invitados, Orden del Día, Duración.
- **Contenido:** Como mínimo, pero sin limitarse a
  - Saludo, Introducción y presentación de los asistentes.
  - Lectura del Orden del Día.
  - Mensaje de reflexión.
  - Reconocimientos y premios.
  - Estado de asignaciones y pendientes de reuniones previas.
  - Informe de Gestión o Temática principal.
  - Preguntas e inquietudes.
  - Revisión de cambios y aprobaciones (Si aplica)
  - Temas Varios.
  - Pendientes, Asignaciones, responsables y fechas.
  - Lectura y retroalimentación del Acta/minuta de reunión.
  - Firma de la lista de asistencia.

○ **Tipos de Reunión:**

Tabla 54. Tipos de Reunión

TIPO	DESCRIPCION	INVITADOS CRITICOS	FRECUENCIA
Kick Off	Reunión inicial con Todos los Interesados del Proyecto	Todos los Interesados. Contratistas.	Inicio del Proyecto.
Seguimiento y Control	Presentación de informes de Gestión y desempeño.	Director Administrativo. Equipo del proyecto. Gerente de Operaciones del Contratista. Ingeniero Supervisor. Líder HSEQ	Semanal
Entregas	Entregas pactadas por el calendario de Hitos, Entrega oficial del Proyecto.	Director Administrativo. Rector del Colegio. Junta Directiva o Sus delegados.	Según cronograma o calendario de Hitos.
Cierre	Entrega final de documentación e informe final.	Todos los Interesados. Contratistas.	Cierre del proyecto.

*Construcción del autor*

- **E-mail:** Para comunicaciones por e-mail se usará MS Outlook o el servicio de correo electrónico corporativo disponible.

○ **Estructura del e mail:**

- **Para (TO):** Interesados que requieren la Información según tabla xx. Para su Gestión, toma de acciones o Ejecución.
- **Copias (CC):** Interesados que se considere deben ser informados pero que no requieren tomar acciones. NOTA: Se prohíbe el envío de Copia Oculta (BCC).
- **Asunto (Subject):** Mensaje corto referente al contenido. Con las siguientes sintaxis:

● **Internos:**

- “Informe de Gestión + Versión + Fecha”
- “Citación Reunión-tema de la reunión”
- “URGENTE ”+“Asunto xxxxxxxxxxxxxx”

● **Externos o FWD de externos:**

- “[EXTERNO] + Asunto”

- **Cuerpo del E mail:**


- **Restricciones:** Se prohíbe el uso de e-mail personal para la Gestión de comunicaciones del proyecto o el envío de información confidencial o sensible del Proyecto, de La Institución, de Los interesados del proyecto, de los miembros de la institución o del equipo del proyecto, del contratista o cualquiera de sus miembros. También queda estrictamente prohibido el envío de información e imágenes sensibles, nudismo, pornografía, mensajes denigrantes o discriminatorios (religión, género, condición sexual, raza, estado marital, filiación política, estatus sociocultural entre otros), vocabulario soez.

Se prohíbe el Envío de Información confidencial vía e-mail a terceros salvo expresa autorización del Director del proyecto o del Director Administrativo de la Institución.

- **Datos adjuntos.** Si los hubiere.
- **Firma:** Debe contener mínimo:
  - Nombre, Cargo, Empresa, Teléfono, Ciudad.

- **CARTAS:**

- **Formato:**

 <p>PROYECTO IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE GENERACION SOLAR FOTOVOLTAICA, COLEGIO ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA-NEIVA</p>	<p>LOGO DEL LA EMPRESA DE CONSULTORIA O CONTRATISTA</p>
<p>I</p> <p style="text-align: right;">CF-PRJ-FRAG- ##</p>	
<p>CIUDAD Y FECHA</p>	
<p>SR./SRA / PARA: NOMBRE COMPLETO DEL DESTINATARIO Cargo Ciudad de Ubicación del destinatario</p>	
<p>Asunto: _____</p>	
<p>Saludo,</p>	
<p>Cuerpo del comunicado, _____ _____ _____ _____ _____ _____</p>	
<p>_____ _____ _____</p>	
<p>FIRMA del remitente NOMBRE del remitente Cargo Información de Contacto</p>	
<p>Página 1 de 1</p>	

Plantilla 2: Modelo para cartas y comunicaciones escritas. Construcción del autor.


- **Restricciones:** Restringidas a comunicaciones Formales, memorandos, reconocimientos, remisión de documentos físicos, invitaciones formales y Sanciones. Emitidas únicamente por:
  - Director del Proyecto.
  - Analista HSEQ.
- **Administración y Numeración consecutiva:**

Syntaxis: “CF-PRJ-FRAG- 000”.

El número a usar debe registrarse en el formato de “registro y control de las comunicaciones del proyecto”; Su control y administración son responsabilidad exclusiva del Director del proyecto y/o su delegado.
- **Distribución:**
  - Al Destinatario Exclusivamente.



- Con copias autorizadas y dirigidas por el director del Proyecto a quien o quienes estime conveniente.
- Copia al Archivo del Proyecto (con acuse de recibo).
- **Minuta o acta de reunión:**
  - **Formato:**



PROYECTO IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE GENERACION SOLAR FOTOVOLTAICA,  
COLEGIO ASIAEN GINNASIO LA FRAGUA-NEIVA


LOGO DEL LA  
EMPRESA DE  
CONSULTORIA O  
CONTRATISTA

**MINUTA DE REUNION**

FECHA:	HORA:	LUGAR:	LIDERA:
<b>1. MOTIVO O TEMA PRINCIPAL</b>			
<b>2. ORDEN DEL DIA</b>			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
<b>3. ESTADO DE PENDIENTES Y ASIGNACIONES PREVIAS</b>			
RESPONSABLE	ACTIVIDAD PENDIENTE <small>(Indicar los que se realicen en la reunión y los que se realicen en la siguiente)</small>	ESTADO <small>(Realizado - Pendiente)</small>	COMENTARIOS

Página 1 de 4

Minuta de Reunión Tema: \_\_\_\_\_



PROYECTO IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE GENERACION SOLAR FOTOVOLTAICA,  
COLEGIO ASIAEN GINNASIO LA FRAGUA-NEIVA

LOGO DEL LA  
EMPRESA DE  
CONSULTORIA O  
CONTRATISTA

**4. TEMAS TRATADOS (continuación)**

Asegurar todas las páginas como sea requerido

Página 2 de 4

Minuta de Reunión Tema: \_\_\_\_\_

Plantilla 3: Plantilla para minuta de acta de reunión. Construcción del autor

- **Restricciones:** Para ser usada en toda reunión formal o informal donde el líder, moderador u organizador del evento estime su uso conveniente ya que trate temas relacionados o derivados del proyecto. Restringida únicamente a personal interno del proyecto.
- **Distribución:** Todos los asistentes con asignaciones pendientes, Equipo del proyecto, director del proyecto y Director Administrativo de la institución.
- **Informes del proyecto:**
  - **De Gestión y Revisión del desempeño:**

<b>REPORTE DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO</b>	
<p> <b>Título del proyecto:</b> _____ <b>Fecha elaboración:</b> _____  <b>Director de proyecto:</b> _____ <b>Patrocinador:</b> _____                 </p> <p>Completado para este periodo reportado</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 40px;">                     1. 2. 3.                 </div> <p>Metas planeadas pero no completadas en este periodo reportado</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 40px;">                     1. 2. 3.                 </div> <p>Causa Raíz de varianzas</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p>Impacto de las metas futuras o fecha límite del proyecto</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p>Planes correctivos o acciones correctivas</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p>Fondos gastados en este periodo reportado</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Página 1 de 3</p>	<p style="text-align: center; padding-bottom: 10px;"> <b>REPORTE DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO</b> </p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p>Causa raíz de las varianzas</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p>Impact to Overall Budget or Contingency Funds</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p>Correctivos planeados o acción preventive</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p>Accomplishments Planned for Next Reporting Period</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 40px;">                     1. 2. 3.                 </div> <p>Costos planeados para el próximo reporte</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p>Nuevos riesgos identificados</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p>Riesgo</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Página 2 de 3</p>

<b>REPORTE DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO</b>
<p><b>Problemas</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;"></div> <p><b>Comentarios</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 40px;"></div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Página 3 de 3</p>

Plantilla 4: Plantilla Reporte de desempeño. Tomada de Project management Institute (PMI, s.f.)

### REPORTE DEL ESTADO DEL VALOR GANADO

Título del proyecto: \_\_\_\_\_ Fecha de elaboración: \_\_\_\_\_  
 Presupuesto a la terminación (BAC): \_\_\_\_\_ Estado general: \_\_\_\_\_

	Reporte este periodo	Acumulado este periodo	Acumulado periodo anterior
Valor planeado (PV)			
Valor ganado (EV)			
Costo actual (AC)			
Varianza cronograma (SV)			
Varianza costo (CV)			
Índice de desempeño de cronograma (SPI)			
Índice de desempeño de costos (CPI)			
Causa raíz varianza cronograma:			
Impacto cronograma			
Causa raíz varianza costo:			

Página 1 de 2

Impacto presupuestal:			
Porcentaje planeado			
Porcentaje ganado			
Porcentaje gastado			
<b>Estimado a terminación (EAC):</b>			
EAC w/ CPI [BAC/CPI]			
EAC w/ CPI*SPI [AC+((BAC-EV)/(CPI*SPI))]			
EAC seleccionado justificación y explicación			
Índice de desempeño esperado a la terminación (TCPI)			

Página 2 de 2

Plantilla 5: Reporte del estado de valor ganado. Tomada de Project management Institute (PMI, s.f.)

### REPORTE ESTADO CONTRATO

Título del proyecto: \_\_\_\_\_ Fecha elaboración: \_\_\_\_\_  
 Vendedor: \_\_\_\_\_ Contrato: \_\_\_\_\_

Alcance desempeño reporte este periodo

Desempeño de calidad reporte este periodo

Desempeño cronograma reporte este periodo

Desempeño costo reporte este periodo

Desempeño esperado para futuros periodos a reportar

Quejas o disputas

Página 1 de 2

### REPORTE ESTADO CONTRATO

Riesgos

Planes correctivos y acciones preventivas

Dificultades

Comentarios

Página 2 de 2

Plantilla 6. Estado de reporte contrato. Tomada de Project management Institute (PMI, s.f.)

ANÁLISIS DE VARIANZA		
Título del proyecto: _____ Fecha preparación: _____		
Varianza cronograma		
Resultado planeado	Resultado actual	Varianza
Causa raíz		
Respuesta esperada		
Varianza costo		
Resultado planeado	Resultado actual	Varianza

Página 1 de 2

ANÁLISIS DE VARIANZA		
Causa raíz		
Respuesta esperada		
Varianza calidad		
Resultado planeado	Resultado actual	Varianza
Causa raíz		
Respuesta esperada		

Página 2 de 2

Plantilla 7Análisis de varianza. Tomada de Project management Institute (PMI, s.f.)

<b>REPORTE DE DESEMPEÑO MIEMBRO DEL PROYECTO</b>	
<b>Título del proyecto:</b> _____ <b>Miembro del proyecto:</b> _____	<b>Fecha elaboración:</b> _____ <b>Rol:</b> _____
<b>Actividades planeadas para este periodo</b>	
1. _____ 2. _____ 3. _____	
<b>Actividades completadas para este periodo</b>	
1. _____ 2. _____ 3. _____	
<b>Actividades planeadas pero no completadas para este periodo</b>	
1. _____ 2. _____ 3. _____	
<b>Causa raíz de varianzas</b>	
_____	
<b>Fondos gastados en este periodo</b>	
_____	
Página 1 de 3	

<b>REPORTE DE DESEMPEÑO MIEMBRO DEL PROYECTO</b>
<b>Fondos planeados a gastar en este periodo</b>
_____
<b>Causa raíz varianzas</b>
_____
<b>Varianzas en calidad identificadas en este periodo</b>
_____
<b>Acciones preventivas y planes correctivos</b>
_____
<b>Actividades planeadas para el próximo periodo reportado</b>
1. _____ 2. _____ 3. _____
<b>Costos planeados para el próximo periodo</b>
_____
Página 2 de 3

<b>REPORTE DE DESEMPEÑO MIEMBRO DEL PROYECTO</b>
<b>Nuevos riesgos identificados</b>
Riesgo _____
<b>Problemas</b>
Problemas _____
<b>Comentarios</b>
_____
Página 3 de 3

○ **Otros:**

Generados por MS Project.

## Control de las comunicaciones

Control de documentos:

Tabla 55. Documentos Controlados

DOCUMENTO	SINTAXIS	UBICACION	Medio	Método Distribución
Procedimiento	PR-PROJ-FRAG-###	Nube	Magnético	Descarga por link E mail
Manual	MN-PROJ-FRAG-###	Nube	Magnético	Descarga por link E mail
Informe	INF-proj-frag-###	Nube Archivo físico	magnético Impreso	Descarga por Link Reunión Teleconferencia. E mail
Reporte de No conformidad.	RNC- ###	Nube Archivo Físico	Magnético Impreso	Reunión. Teleconferencia. E mail
Comunicado Formal (Carta)	CF-proj-frag-###	Destinatario Nube Archivo físico	Impreso Magnético	Courier. E-mail
Solicitud de Cambio	SC###	Nube Archivo Físico	Magnético Impreso	Reunión E mail
Acta / Minuta	# # (00-99)	Nube Archivo Físico	Magnético Impreso	Descarga por Link Reunión E mail

Construcción del autor

## Control de versiones:

Los documentos controlados expuestos en la Tabla 55, deberán seguir el siguiente protocolo para revisión e incluir el siguiente formato para denominar el documento e incluir el registro de revisiones expuesto en la tabla 56:

Sintaxis del nombre del documento:

**NOMBRE DEL DOCUMENTO\_REV#\_DD-MES-AA.extension**

Ejemplo: INF-PROJ-FRAG-001\_Rev0\_01-Ene-17.pdf

Tabla 56 Registro de control Versiones de documentos controlados.

REVISION #	CAMBIOS REALIZADOS	Revisado por	FECHA
0	Documento inicial	Nombre	DD/MES/AA
1	Revisión / Modificación realizada	Nombre	DD/MES/AA
N (1, 2...n)	Revisión/ Modificación realizada	Nombre	DD/MES/AA
Final	Documento Final (aprobado)	Aprobado por: Nombre	DD/MES/AA

Construcción del autor

## Registro de comunicaciones:

Los documentos controlados del proyecto serán registrados en el formato Registro de Comunicaciones.

Tabla 57: Registro de comunicaciones

[PR-GDCOM-01]-REGISTRO Y CONTROL DE COMUNICACIONES												
TIPO	NÚMERO / ID	VERSION	Asunto / Descripción	Destinatarios	COPIAS	Emisor	Fecha emisión	Acuse de recibo	Formato	METODO	Ubicación	Documento de respuesta
Carta / Informe / Reporte / e mail / Solicitud	Número consecutivo del documento o Nombre del Archivo.	Número de Versión o revisión de acuerdo al Control de Versiones del documento	Referencia, Asunto, Nombre del Documento o del archivo o Breve descripción del documento.	A quien o quienes va dirigido	destinatarios Informados (Con Copia)	Quien Emite o Firma el documento	Fecha del documento	Fecha del acuse de recibo.	Físico Magnético CD/DVD Flashdrive. Link acceso.	E-Mail. Reunión. Courier (correo) Entrega personal	Donde se almacenó: Link de acceso, Archivo y Número del folio.	Identificación y descripción del documento de respuesta (si aplica)
Reporte	RNC-001	Rev Final	Reporte de no conformidad 001, Inversor fuera de especificaciones acordadas	Ingeniero Supervisor Contratista Gerente Operaciones	Director Administrativo Archivo del proyecto	Analista QHSE	01-ene-17	03-ene-17	Magnético	E mail	Nube->Proyecto->Ejecución->Calidad->RNC	Pendiente
Comunicado	CF-PROJ-FRAG-001	N/A	Devolución Inversor por Garantía	Gerente de Operaciones Contratista	Archivo del Proyecto	Director del proyecto	04-ene-17	04-ene-17	Físico	Personal	Archivo del proyecto, Folio 5, Cartas	Pendiente

Construcción del autor.

## Aprobaciones:

- **Documentos controlados:** Toda versión de documento controlado en su versión final deberá contar con autorización por escrito vía e-mail del Director del Proyecto.



• **Del Proyecto:**

*Tabla 58 Niveles de autorización del proyecto*

Tipo de Aprobación	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	Director del proyecto	Director administrativo o Gerente funcional.	Rector de la Institución, Junta Directiva, CORPADE.
Cambios de Cronograma	Hasta 10% del baseline (BL)	Hasta el 30% del BL	>30% del BL
Cambios de Costos / presupuesto / Compras.	Hasta 5% del BL Hasta 5% del presupuesto de la actividad.	Hasta el 10% del BL	>15% del BL
Cambios de Alcance (Diseños, calidad, materiales, capacidad, potencia, Actividades, Entregables, Características)	Calidad, materiales, Diseños	Potencia, Capacidad, Especificaciones Técnicas.	Cancelación / Suspensión del proyecto.
Cambios de procedimiento.	Procedimientos. Metas HSEQ	Estándares industriales o procedimentales.	Requisitos o procesos legales y judiciales.
Permisos de Trabajo	En frío (convencionales), Trabajo en Altura, exp Ruido, Alta temperatura, en caliente (producción de chispa /con combustibles), exp. Químicos.	Electricidad, Radiación ionizante, Izaje de cargas,	Trabajador en fase de entrenamiento.
Actividad / Riesgo	Bajo, Medio	Alto	Alto
Ausencia Laboral (Sin Fuerza mayor)	Hasta 3 días	4-7 días	>7 días
Horas Extra (por empleado)	Hasta 12 en la semana	12 – 20	>20 (Máximo 24)
Movilizaciones / Transportes / Viajes	Local y Nacional	Internacional	N/A
Cenas y Eventos	Hasta 10 Personas	Entre 10-20	>20 personas
Capacitaciones	Todos	N/A	n/A
Cambios de Personal Crítico	Todos	N/A	N/A

*Construcción del autor*

## Registro de incidentes y lecciones aprendidas

- **Definiciones:**

- **Incidente:** Asunto o problema inesperado sobre el que se tiene desacuerdo o inconformidad, con el potencial de obstaculizar el desarrollo normal del proyecto por lo que precisa de una solución. Se clasifican como Incidentes y sus clasificaciones:
  - **Q:** Eventos de Mala Calidad y No conformidades.
  - **HSE:** Eventos de seguridad, Accidentes de trabajo.
  - **C:** Cambios por acciones correctivas del proyecto a líneas Base, Entregables, Productos, Procesos, Especificaciones.
  - **RH:** Conflictos Interpersonales.
- **Causa Raíz:** Es la causa identificada del Incidente por medio de una investigación de causa raíz que surge de la emisión formal de una No Conformidad o de una condición de riesgo.
- **Lecciones Aprendidas:** Aprendizaje o conocimiento adquirido como consecuencia de la identificación de las causas e implementación de las soluciones propuestas para prevenir la repetición del Incidente.
- **Formato:** Todo incidente clasificado dentro de las categorías definidas como “Incidente”, deberá ser reportado en el Registro de Incidentes :

Tabla 59. Formato registro de incidentes.

[PR-GDCOM-02]-REGISTRO DE INCIDENTES									
FECHA	CLASIF.	INCIDENTE / EVENTO	INVOLUCRADOS	MANEJO INMEDIATO	CAUSA RAZ	SOLUCION	RESUELTO	FECHA RESOLUCION	LECCIONES APRENDIDAS
dd/mm/aa	Q: Calidad, HSE: Seguridad, C: Cambio/ Corrección, RH: Conflictos interpersonales.	Breve descripción del incidente o Evento	Nombre de las personas Responsables involucradas	Cómo se manejó la situación en el momento del Incidente / Conflicto / Evento.	Causa Identificada del Incidente. Si es un evento de calidad, especifique además el número de RNC	Descripción de la Solución propuesta y las medidas para Evitar repetición.	SI / NO / Parcialmente	DD/MM/AA	Describe las lecciones aprendidas y/o buenas prácticas identificadas del Evento / Incidente
EJEMPLO 1/1/2017	Q	Se recibe inversor de corriente con especificaciones diferentes a las especificadas por la propuesta comercial del contratista. Se recibe inversor 220V/50Hz. Se había especificado 110V/60Hz.	Ingeniero Supervisor Contratista Cord. de Mantenimiento del Colegio	Se reúne a los involucrados con el DP y Analista de Calidad, se procede a reportar telefónicamente al Gerente del contratista y se emite reporte de no conformidad. Se solicitará cambio del inversor por medio de la Garantía del proveedor del equipo.	Se identificó error logístico del proveedor. Mala identificación y clasificación del Equipo. Se emite RNC001	Se realiza devolución inmediata del equipo y se solicita cambio Inmediato. Se solicita al contratista elevar la queja al proveedor y el envío previo al transporte, de los certificados de pruebas del equipo adquirido con la respectiva identificación y registro fotográfico.	Parcialmente. Se continuará la ejecución mientras se recibe el nuevo Inversor.		-Se debe implementar un proceso de seguimiento a la logística de las adquisiciones para obtener los certificados de prueba de los equipos con identificación, seriales y registro fotográfico previo al envío de los equipo. De esta forma se asegura que el equipo Probado y el equipo enviado corresponden a las especificaciones del contrato.

Construcción del autor

### 6.6.1. Sistemas de Información de Comunicaciones.

En la tabla 60, se observa los diferentes medios de información a utilizar en el plan de comunicaciones del proyecto, tipo de documento, sintaxis, ubicación, medio y método de distribución.

Tabla 60. Sistemas de información de las comunicaciones del proyecto

DOCUMENTO	SINTAXIS	UBICACION	Medio	Método Distribución
Procedimiento	PR-PROJ-FRAG-###	Nube	Magnético	Descarga por link E mail Acuse de recibo
Manual	MN-PROJ-FRAG-###	Nube	Magnético	Descarga por link E mail Acuse de recibo
Informe	INF-proj-frag-###	Nube Archivo físico	magnético Impreso	Descarga por Link Reunión Teleconferencia. E mail Acuse de recibo
Reporte de No conformidad.	RNC- ###	Nube Archivo Físico	Magnético Impreso	Reunión. Teleconferencia. E mail Acuse de recibo
Comunicado Formal (Carta)	CF-proj-frag-###	Destinatario Nube Archivo físico	Impreso Magnético	Courier. E-mail
Solicitud de Cambio	SC###	Nube Archivo Físico	Magnético Impreso	Reunión E mail Acuse de recibo
Acta / Minuta	# # (00-99)	Nube Archivo Físico	Magnético Impreso	Descarga por Link Reunión E mail Acuse de recibo

Construcción del autor

### 6.6.2. Matriz de Comunicaciones.

La tabla 61 muestra la matriz de comunicaciones del proyecto.

Tabla 61 matriz de las comunicaciones del proyecto

GERENCIAMIENTO DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO						
FASE	ACTIVIDAD	INTERESADO (Quien requiere?)	INFORMACION (Requerimiento)	MÉTODO (Comó?)	PLAZO Y FRECUENCIA (Cada cuanto? / Para cuando?)	EMISOR (Quién emite?)
Diagnostico, Estudios y Diseños	Recolectar Información	Director del Proyecto. Director administrativo del Colegio.	> Políticas de la Institución. > Procesos y sistemas de Gestión.	> Reunión identificación requisitos, Formato Acta de Reunión. > Información en Medio Magnético (PDF). Via E mail.	> Inicio del proyecto.	> Gerente del proyecto.
	Realizar Estudio de Mercado	Director del Proyecto. Director asministrativo	> Facturación Serv. Electricidad. (recibos de últimos 6 meses) > Tarifas proveedor Local Electricidad. > Informe de Estudio de Mercados.	> Fotocopias o Escaneados en PDF via e mail. > Planillas de históricos de Tarifas de Electrohuila (Descargar del Website). > Medio Magnético (PDF) via E mail	> Inicio del proyecto.	> Equipo del proyecto.
	Realizar Estudio Tecnico	>Director del Proyecto. > Director Administrativo. > Equipo del proyecto.	> Estudio de Consumo y Cargas de la institución. > Informe de Diseño de la solución.	> Medio Magnético en CD o subir al Servidor. > Medio Magnético, PDF via e mail.	> Inicio del proyecto.	> Proveedores Locales (*)
	Buscar Proveedores	Director administrativo del Colegio. Director del Proyecto.	> Registro de proponentes: Nombres, Información de contacto, Lista de precios.	> Base de Datos u Hoja de calculo	> Inicio del proyecto.	> Equipo del proyecto. > Proveedores locales.
Factibilidad	Buscar información legal, Financiera y tributaria	> Director del Proyecto. > Equipo del proyecto.	> Matriz de Requerimientos Legales. > Alternativas de Financiación.	> Base de Datos u Hoja de calculo.	> Inicio del proyecto.	> Equipo del proyecto. > Analista de HSEQ.
	Realizar presupuesto del proyecto	> Director del Proyecto. > Director administrativo. > Rector. > Presidente del Concejo directivo.	> Presupuesto general del Proyecto. (desglose de costos)	> Reunión identificación requisitos, Formato Acta de Reunión. > Hoja de cálculo via e mail.	> Inicio del proyecto.	> Equipo del Proyecto. > Director del proyecto.
	Realizar análisis de factibilidad	> Director del Proyecto. > Director administrativo. > Rector. > Presidente del Concejo directivo.	> Informe estudio de Factibilidad.	> Reunión Kickoff. Formato acta de reunión.	> Inicio del proyecto.	> Director del Proyecto.
	Obtener Financiación	> Presidente concejo directivo.	> Notificación de aprobación de créditos.	> Reunión kickoff. Formato acta de reunión. > Copia o Escaneo de la notificación de la entidad financiera.	> Inicio del proyecto.	> Director administrativo del Colegio. > Director del Proyecto. > Rector.
Licitación y adjudicación.	Realizar el documento base del proyecto y el project charter.	> Director administrativo.	> Project Charter > Documento del proyecto.	> Project Charter en Formato PDF via e mail. > Documentos del proyecto subidos al servidor.	> Inicio del proyecto.	> Director del Proyecto.
	Presentar proyecto y del Acta	> Director del Proyecto. > Director administrativo. > Rector. > Presidente del Concejo directivo.	> Project Charter Aprobado.	> Reunión con cliente para presentación del proyecto y aprobación del Acta. Formato de actas de reunión.	> Inicio del proyecto.	> Director del Proyecto.
	Realizar correcciones y obtener Aprobación Final	> Director del Proyecto. > Director administrativo. > Rector. > Presidente del Concejo directivo.	> project Charter Aprobado	> Reunion de seguimiento y aance del proyecto. > Project charter en formato Físico firmado y aprobado por el cliente. > Documento del proyecto aprobado Impreso. > Copia magnética del proyecto aprobado y del project charter escaneado en el servidor.	> Inicio del proyecto.	> Director del Proyecto. > Equipo del Proyecto.
	Publicar El Acta del Iniciación (Project Charter)	> proveedores Locales.	> Publicación de licitación y requerimietos del proyecto.	> Reunión para identificación de requerimientos. > Publicación en medios locales y nacionales.	> Inicio del proyecto.	> Director del proyecto.
	Evaluar Propuestas	> Director del Proyecto. > Director administrativo. Y departamento administrativo del colegio.	> Proposiciones y ofertas de proveedores	> Base de datos u Hojas de cálculo . > Reunión de Análisis y adjudicación de la propuesta ganadora.	> Inicio del proyecto.	> Proveedores Locales > Equipo del proyecto.

Ejecución y Pruebas	Adquirir Equipos	> Director del proyecto. > Proveedores / Contratista.	> Contrato firmado y legalizado.	> Reunión para identificación de requerimientos. Acta de reunión.	> Inicio de la Ejecución.	> Director administrativo y departamento administrativo del Colegio.
	Transporte de equipos, estructura, materiales e insumos eléctricos.	> Director del Proyecto. > Equipo del proyecto. > Director administrativo.	> Listas de verificación de equipos y Materiales. > Certificados de Garantía originales. > Certificados de pruebas de los equipos. > Reportes de No conformidad aplicables. > Acta de inicio de actividades firmada.	> Reunión Kickoff	> Semana 1 de la ejecución.	> Ingeniero Supervisor. > Gerente de Operaciones del contratista.
	Ejecución de la Obra .	> Director administrativo. > Rector. > Gerente de Operaciones del Contratista.	> Informes de Avance del proyecto, desempeño y control de cambios.	> Reunión de avance y seguimiento del proyecto. Acta de reunión. > Medio Magnético, Base de datos del proyecto. Sistemas de Gestión de	> Todos los Lunes.	> Director del Proyecto. > Equipo del Proyecto. > Ingeniero supervisor. > Analista HSEQ.
		> Director del Proyecto. > Director administrativo. > Gerente de Operaciones del contratista.	> Informes de seguimiento de la operación y registros fotográficos.	> Informe en medio Magnético via e mail.	> Diario	> Ingeniero Supervisor. > Analista QHSE. > Técnicos instaladores.
		> Director del Proyecto. > Gerente de operaciones del Contratista.	> Reporte de No Conformidad aplicables.	> Formato de RNC y registro de seguimiento de no conformidades.	> Diario (si aplica)	> Ingeniero Supervisor. > Analista HSEQ.
		> Director del Proyecto. > Gerente de operaciones del Contratista.	> Informes de Pruebas y ensayos.	> Medio magnético via e mail, subir la información al servidor.	> Semanal.	> Ingeniero Supervisor. > Analista QHSE. > Técnicos instaladores.
	Entrega del Sistema	> Director administrativo. > Rector. > Presidente del Concejo directivo. > Otros ( Estudiantes, Profesores, Empleados)	> Presentación del producto ( Sistema de generación solar).	> Reunión con Todos los interesados.  > Evento de inauguración.	> Al final de la Ejecución. Día de la puesta en marcha.	> Técnicos instaladores. > Ingeniero Supervisor. > Analista HSEQ. > Equipo del proyecto. > Gerente de Operaciones del contratista. > Director del proyecto.
Cierre	Cancelar Saldos	> Director del Proyecto. > Director administrativo	> Certificado de paz y Salvo. > Acta de finalización de actividades.	> Original Firmado por el representante legal del contratista. > Escaneo y subir al servidor.	> Al finalizar la ejecución.	> Gerente de operaciones del contratista. > Ingeniero supervisor.
	Obtener Certificados	> Director administrativo	> Certificado de registro del proyecto FNCR ante la UPME. > Certificado ambiental por la autoridad local competente.	> Originales expedidos por la entidad competente.	> Durante la ejecución y antes de la entrega del sistema al cliente.	> Director del proyecto. > Entidades reguladoras (CREG, UPME, DIAN, CAR)
	Obtener beneficio tributario Ley 1715.	> Director administrativo. > Rector. > Presidente consejo administrativo.	> resolución UPME, beneficiario Ley 1715. > Radicado de la resolución del beneficio ley 1715 ante la DIAN.	> Cartas de radicación de documentos con recibido de la DIAN.	> Al final del proyecto y durante los inicios de funcionamiento.	> Director del proyecto > Entidades reguladoras (UPME/ DIAN)
	Entregar documentación del proyecto.	> Director administrativo. > Rector.	> Acta de cierre del proyecto. > documentos del proyecto en versión Final. > Archivo del proyecto. > Bases de datos del proyecto.	> Original firmado por el director del proyecto y el rector del colegio. > Documentos del proyecto en Versión física y Magnética.	> fecha de Cierre.	> Director del proyecto.
	Presentar Balance, Resultados Finales y Proyecciones	> Director administrativo. > Rector. > Consejo directivo.	> Balance y resultados finales del proyecto.	> Reunión de avance y seguimiento del proyecto. Acta de reunión.	> fecha de Cierre.	> Director del proyecto.

Construcción del Autor.

## **6.7. PLAN DE GESTION DE RIESGOS.**

El Plan de gestión de riesgos aplicado al proyecto ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA, contiene los riesgos identificados para el proyecto en su fase de planeación y que deberá ser actualizada a lo largo de la ejecución. Para tal fin, esta sección enuncia la categorización de los riesgos en la Estructura de desglose de riesgos (RiBS) y posteriormente los criterios para la evaluación de los mismos mediante el uso de la Matriz de Evaluación de riesgos (RAM por sus siglas en Inglés). Los resultados de la evaluación de riesgos serán consignados en el registro de riesgos de las tablas 63 y 64, dependiendo del tipo de análisis (cualitativo o cuantitativo) que se realice al riesgo identificado. La última sección, describe los planes de respuesta a los riesgos.

### **6.7.1. Identificación de Riesgos.**

Para el proyecto se han definido las siguientes categorías para clasificar los Riesgos identificados de acuerdo a su área de influencia:

1. Riesgos Financieros: Son todos aquellos con el potencial de impactar principalmente las finanzas del proyecto.
2. Riesgos Administrativos: En esta categoría se clasifican todos aquellos riesgos de la gestión del proyecto y las decisiones tomadas a diferentes niveles con el potencial de Impactar todos los objetivos del proyecto.
3. Riesgos Físicos: En esta categoría se clasifican los riesgos causados por fenómenos físicos con el potencial de impactar principalmente la integridad de las personas en la fase de Ejecución.
4. Riesgos Ergonómicos: Son los riesgos asociados a las posturas de las personas durante la ejecución de las actividades en todas las fases del proyecto.
5. Riesgo Químico: Asociados a la Manipulación de sustancias químicas principalmente en la fase de Ejecución con el potencial de afectar las personas o el medio ambiente.

6. Riesgo Eléctrico: Asociados a la manipulación de equipos o sistemas cuya fuente de energía primaria es la Energía Eléctrica o con el potencial de almacenar o distribuir electricidad y que pueden afectar principalmente las personas y equipos en las diferentes fases del proyecto.
7. Riesgo Mecánico: Incluye todos aquellos riesgos derivados de las condiciones cinemáticas (en movimiento o reposo) de los equipos, herramientas u objetos utilizados durante la ejecución del proyecto; con el potencial de impactar principalmente las personas.
8. Riesgo Locativo: En esta categoría se clasifican todos aquellos riesgos asociados a las condiciones físicas y Geográficas de los sitios de trabajo con el potencial de afectar Personas, Equipos y los objetivos del proyecto en sus diferentes etapas.
9. Riesgo de Calidad: Todos aquellos riesgos asociados a procesos, procedimientos y actividades con el potencial de afectar los índices de desempeño del proyecto, la confiabilidad de los equipos y del resultado del proyecto.
10. Riesgo tecnológico: Asociados al estado del arte de la tecnología utilizada en el proyecto y al conocimiento y disponibilidad de la misma en la zona geográfica de influencia del proyecto; con el potencial de impactar el desempeño y los resultados del proyecto.
11. Riesgo Ambiental: Son los riesgos de las actividades del proyecto con el potencial de impactar el entorno donde se desarrolla el proyecto.
12. Riesgo de Entrenamiento: Son los riesgos derivados de las habilidades, competencias y conocimientos de los involucrados en las diferentes actividades del proyecto en sus diferentes etapas; con el potencial de afectar el desempeño y los objetivos del proyecto.
13. Riesgo Laboral: En esta categoría se clasifican los riesgos asociados a la actividad laboral de las personas involucradas en el proyecto en sus diferentes etapas; con el potencial de afectar el desempeño y los objetivos del proyecto.

La siguiente Tabla muestra los diferentes riesgos del proyecto clasificados según su categoría:

Tabla 62 Categorización e Identificación

RIESGOS DEL PROYECTO						
CATEGORIAS	1. FINANCIEROS	2. ADMINISTRATIVOS	3. FISICOS	4. ERGONOCMICOS	5. QUIMICOS	6. ELECTRICOS
RIESGOS	Taza de Cambio	Contratos.	Ruido	Alcance limitado	Gases / Vapores.	Alta Tensión.
	Mercado (oferts/demanda)	Contratistas / Subcontratistas	Vibración	Postura prolongada/ estática	Aerosoles / Rocíos / Neblinas	Baja Tensión.
	Financiamiento	Proveedores	Radiacion no Ionizante (UV, IR,	Movimiento repetitivo.	Salpicaduras	Electricidad estática.
	Competencia.	Supervisión / Gerenciamiento	Calor	Postura incómoda	Contacto con	
	Precios	Regulaciones / Normatividad	Iluminación			
	Logística	Legislacion.				
	Presupuesto	Cliente/Patrocinador				
		Interesados				
		Recursos				
		Priorización				
		Cambios				
		Planificación				



RIESGOS DEL PROYECTO							
CATEGORIAS	7. MECANICOS	8. LOCATIVOS	9. CALIDAD	10. TECNOLOGICOS	11. AMBIENTALES	12. ENTRENAMIENTO	13. LABORALES
RIESGOS	Partes móviles.	Tráfico	Procedimientos	Disponibilidad.	Disposición de residuos	Competencias.	Carga laboral.
	Puntos de Atrapamiento	Trabajo en Alturas.	Comunicaciones	Sobre / Sub estimación	Segregación deresiduos.	Conocimientos.	Relaciones interpersonales.
	Puntos de Punción.	Superficie irregular.	Confiability equipos/ herramientas	Conocimiento	Manipulación de Qímicos	Actitudes	Comunicación
	Golpeado por/contra.	Superficie resbalosa.	Desempeño	Tecnología	Ruido	Aptitudes	Presión laboral
	Proyección de partículas.	Superficie Caliente.	Control	Complejidad	Comunidad Institucional		Rutina / Monotonía
	Herramienta motorizada / energizada	Radiación solar.		Requisitos	Horarios Institucionales		Fatiga
	Superficies / partes cortantes / partes filosas.	Acceso					Contratos
		Obstaculos al pasi / labor.					Compensación
		Transeuntes / peatones					
		Caida de Objetos					
		Clima					
		Sismicidad					

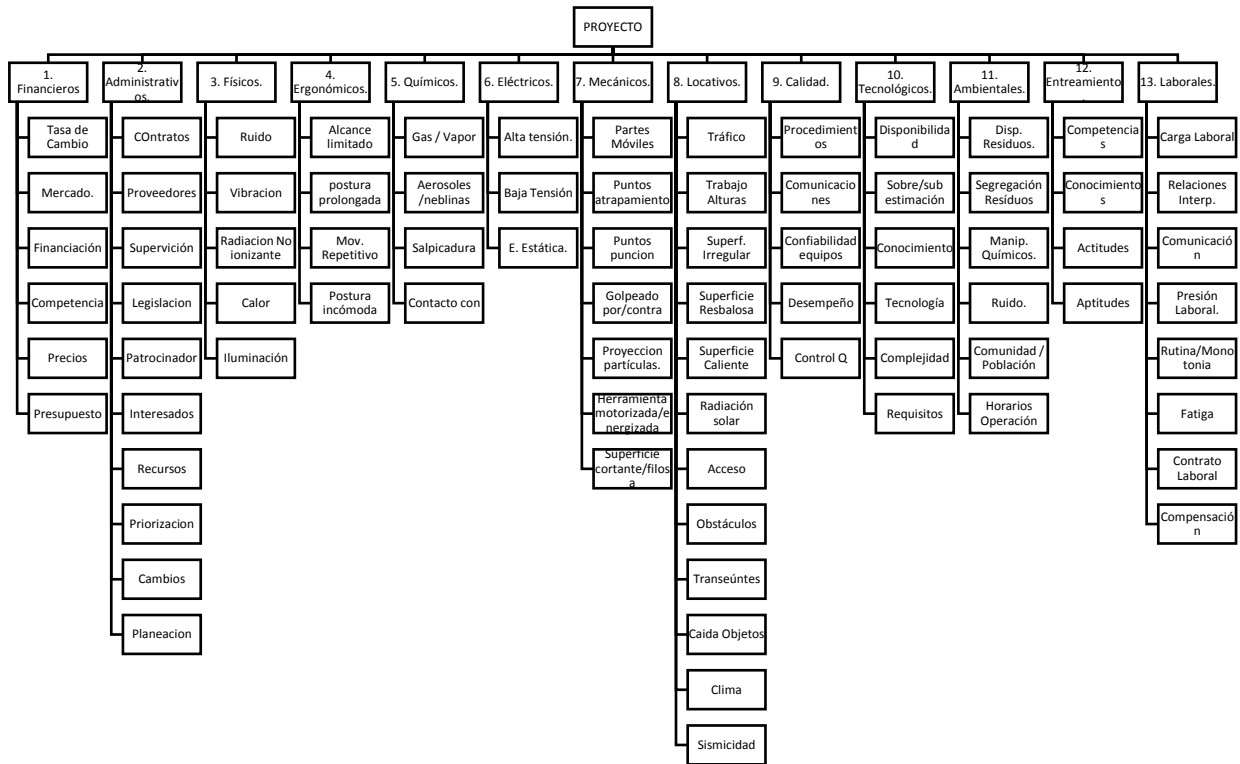
*Construcción del Autor*

Los riesgos identificados durante el monitoreo y control o aquellos debidos a cambios, serán registrados en el Formato de Registro de Riesgos PR-GDR-02 (Anexo 4)

### 6.7.2 Estructura de desglose de Riesgos. (RiBS)

La estructura de desglose de riesgos presenta las diferentes categorías en las que se han clasificado los riesgos identificados del proyecto. La RiBS debe ser actualizada a lo largo del ciclo de vida del proyecto conforme nuevos riesgos sean identificados.

Figura 45 Estructura desglose de Riesgos (RBS)



Construcción del Autor

### 6.7.3. Matriz de Riesgos.

Para los demás riesgos y aquellos que se identifiquen posteriormente debidos a cambios o al monitoreo y control del proyecto, se cuenta el Formato de Análisis de Riesgos PR-GDC-01(Anexo 3), el cual se diligencia con base en la Matriz de probabilidad / Impacto, siguiendo los criterios de selección de Probabilidad y Severidad.

#### 6.7.2.1. Matriz de probabilidad / Impacto:

Tabla 63 Matriz de Probabilidad / Impacto para la evaluación de Riesgos

MATRIZ EVALUACION DE RIESGOS		IMPACTO							
		Amenazas				Oportunidades			
		Significativo	Critico	Marginal	Insignificante	Insignificante	Marginal	Critico	Significativo
PROBABILIDAD		8	6	4	2	2	4	6	8
Frecuente	0.9	7.20	5.40	3.60	1.80	1.80	3.60	5.40	7.20
Ocasional	0.5	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00
Remota	0.3	2.40	1.80	1.20	0.60	0.60	1.20	1.80	2.40
Nula	0.1	0.80	0.60	0.40	0.20	0.20	0.40	0.60	0.80

Construcción del Autor

Tabla 64 Criterios de Severidad / Probabilidad

ESCALAS DE IMPACTO Y PROBABILIDAD								
OBJETIVOS DEL PROYECTO	SEVERIDAD DEL IMPACTO				PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			
	Significativo	Crítico	Marginal	Insignificante	Frecuente	Ocasional	Remota	Nula
	8.00	6.00	4.00	2.00	0.90	0.50	0.30	0.10
Variación Costo	> 20%	10 - 20 %	2 - 5 %	< 2 %	Ha ocurrido en 1 de Cada dos proyectos, o en los últimos seis meses.	Ha Ocurrido en 1 de cada 3 Proyectos, o en el último año.	Ha Ocurrido en 1 de cada 10 Proyectos o en los 5 últimos años.	Ha Ocurrido en menos del 10% de los proyectos o no ha sucedido en los últimos 5 años
Variación Tiempo	> 20%	10 - 20 %	2 - 5 %	< 2 %				
Variación Alcance (Capacidad Generación en KWh/Mes)	> 2000 KWh/mes	1000 -2000 KWh/Mes	200 - 1000 KWh / mes	Menor de 200 KWh/Mes				
Calidad	Entregable o producto inservible	Entregable o Porducto es Imperfecto o Poco confiable e Inaceptable	Entregable o Producto es Imperfecto y requiere aprobación del Patrocinador.	Entregable o producto con Imperfecciones imperceptibles y aceptable				
HSE	Fatalidad, Incapacidad permanente, Contaminación Acuíferos / suelos registrable y reportable.	Herida Incapacitante, Contaminación de Acuíferos o Suelo registrable.	Caso Primeros Auxilios, Derrames o Genereción de residuos Menores.	Heridas Menores; Afectación de Agua, Suelo o Aire despreciable.				

Construcción del Autor

#### 6.7.4. Análisis de Riesgos del proyecto.

Para el análisis de riesgos se han tenido en cuenta aquellos que se consideraron como los más críticos para el éxito del proyecto.

### 6.7.4.1. Análisis cualitativo.

Tabla 65 Análisis Cualitativo

No.	RIESGO	ANÁLISIS CUALITATIVO					
		TIPO	CATEGORÍA	PROB INICIAL	IMPACTO	CPR	SEVERIDAD
1	Tasa de Cambio: Debido a un aumento significativo en la tasa de cambio el costo de los equipos podría aumentar.	Neg	Financiero	0.5	8	4	Alto
2	Mercado: Debido al aumento en la oferta, los precios de los equipos disminuyan.	Pos	Financiero	0.3	2	0.6	Bajo
3	Financiación: Que las tasas de Interés, Inflación u otros factores de la Economía Aumenten si se decide optar por financiación del proyecto.	Neg	Financiero	0.5	4	2	Medio
4	Presupuesto / Patrocinador: Que debido al costo del proyecto, La institución no decida realizar el proyecto o sea necesario cambiar el Alcance o reducir alguno de los componentes del presupuesto.	Neg	Financiero / Administrativo	0.5	8	4	Alto
5	Contratos: Que debido a la forma de pago exigida por los proponentes económicamente mas favorables, sea necesario optar por Financiar el Proyecto.	Neg	Administrativo	0.3	6	1.8	Medio
6	Proveedores / Desempeño: Que el desempeño de los proveedores sea deficiente y atrase el proyecto en más del 20%	Neg	Administrativo / Calidad	0.3	4	1.2	Bajo
7	Proveedores /Contratos: Que el Proveedor Incumpla con las Obligaciones de ley o contractuales y sea necesario suspender el contrato o cambiar el proveedor.	Neg	Administrativo	0.3	8	2.4	Alto
8	Legislación: debido a la posibilidad que el proyecto sea aceptado para obtener beneficios de Ley 1715, los beneficios del proyecto se incrementen y el tiempo de ROI disminuya.	Pos	Administrativo	0.9	8	7.2	Alto
9	Confiabilidad de los equipos / Requisitos: Que debido a la confiabilidad de los equipos o incumplimiento de alguno de los requerimientos en especificaciones no se logre la meta de ahorro mensual propuesta por el proyecto.	Neg	Calidad / Tecnológicos.	0.3	8	2.4	Alto
10	Procedimientos / Competencias / Conocimientos /Actitudes / Aptitudes: Que el proveedor no aplique los procedimientos correctos de instalación, no tenga personal competente, apto o con actitud profesional y pueda entregar un sistema defectuoso o provocar daños en los equipos.	Neg	Calidad / Entrenamiento	0.3	6	1.8	Medio
11	Horarios de Operación: Que debido a la restricción de la institución para no afectar el desarrollo normal de clases, el proyecto se atrase.	Neg	Ambiental	0.3	4	1.2	Bajo

Construcción del autor.

### 6.7.4.2. ANALISIS CUANTITATIVO (Valor Económico Esperado)

Tabla 66 Análisis Cuantitativo de Riesgos

ANALISIS DE RIESGOS DEL PROYECTO															
No.	RIESGO	ANALISIS CUALITATIVO						ANALISIS CUANTITATIVO							
		TIPO	CATEGORÍA	PROB INICIAL	IMPACTO	CPR	SEVERIDAD	VALOR EN RIESGO	VME (valor económico esperado)	ESTRATEGIA RESPUESTA	PLAN RESPUESTA	COSTO CONTINGENCIA	PROB. FINAL	IMPACTO FINAL	SEV. FINAL
1	Tasa de Cambio: Debido a un aumento significativo en la tasa de cambio el costo de los equipos podría aumentar.	Neg	Financiero	0.5	8	4	Alto	\$ 170,000,000.00	\$ 85,000,000.00	Mitigar	Negociar con contratista en COP\$ con un umbral de reajuste de precio y un tiempo prudente de validez de la propuesta. No tardar mas de 60 dias en tomar la decisión y realizar la compra. Financiar con tasa fija si es necesario.	\$ 25,000,000.00	0.5	4	2
2	Mercado: Debido al aumento en la oferta, los precios de los equipos disminuyan.	Pos	Financiero	0.3	2	0.6	Bajo	\$ 17,000,000.00	\$ 5,100,000.00	Explotar	Obtener cotizaciones o propuestas a Nivel Nacional o Internacional si es posible de manera que los proveedores Locales se sientan obligados a dar descuentos.	\$ 0.00	0.5	2	1
3	Financiación: Que las tasas de Interés, Inflación u otros factores de la Economía Aumenten si se decide optar por financiación del proyecto.	Neg	Financiero	0.5	4	2	Medio	\$ 32,700,000.00	\$ 16,350,000.00	Evitar	Realizar el presupuesto con condiciones del Peor Caso de la Economía Local, Si hay un incremento significativo de las tasa de intés o las condiciones de la economía son tan desfavorables, procurar pagar la Totalidad del Crédito obtenido si lo hay . En caso de decidir financiar el proyecto, hacerlo a la menor tasa fija posible y por un corto plazo.	\$ 0.00	0.3	2	0.6
4	Presupuesto / Patrocinador: Que debido al costo del proyecto, La institución no decida realizar el proyecto o sea necesario cambiar el Alcance o reducir alguno de los componentes del presupuesto.	Neg	Financiero / Administrativo	0.5	8	4	Alto	\$ 218,000,000.00	\$ 109,000,000.00	Mitigar	Cambiar el alcance del proyecto y solo instalar Kits de Generación Solar en las áreas mas críticas o de Mayor consumo de la Institución como la Cocina, Sala de Maestros y Cuarto de Comunicaciones.	\$ 30,000,000.00	0.3	4	1.2
5	Contratos: Que debido a la forma de pago exigida por los proponentes económicamente mas favorables, sea necesario optar por Financiar el Proyecto.	Neg	Administrativo	0.3	6	1.8	Medio	\$ 51,000,000.00	\$ 15,300,000.00	Evitar	En la solicitud de Propuesta especificar la forma de pago conveniente para el proyecto. Negocar la forma de pago con el proponente de manera que sea justa para el proyecto y para el proponente. Financiar el proyecto en el peor Caso	\$ 51,000,000.00	0.3	4	1.2
6	Proveedores / Desempeño: Que el desempeño de los proveedores sea deficiente y atrase el proyecto en más del 20%	Neg	Administrativo / Calidad	0.3	4	1.2	Bajo	\$ 520,000.00	\$ 156,000.00	Transferir	Dentro de las clausilas del contrato debe estar que el Proveedor deberá reponer a manera de penalidad el ahorro que se ha dejado de obtener por el atraso del proyecto directamente atribuido a su responsabilidad.	\$ 0.00	0.1	2	0.2
7	Proveedores /Contratos: Que el Proveedor incumpla con las Obligaciones de ley o contractuales y sea necesario suspender el contrato o cambiar el proveedor.	Neg	Administrativo	0.3	8	2.4	Alto	\$ 170,000,000.00	\$ 51,000,000.00	Transferir	Dentro de las cláusulas del contrato debe estar que el incumplimiento de las obligaciones de ley amerita la suspensión o nulidad del contrato y los costos de atrasos y de los cambios necesarios estarán por cuenta del proveedor. Se debe tener un segundo proveedor contingente.	\$ 51,000,000.00	0.1	4	0.4
8	Legislación: debido a la posibilidad que el proyecto sea aceptado para obtener beneficios de Ley 1715, los beneficios del proyecto se incrementen y el tiempo de ROI disminuya.	Pos	Administrativo	0.9	8	7.2	Alto	\$ 86,951,067.85	\$ 78,255,961.07	Explotar	Se debe obtener el beneficio de ley 1715 a como de lugar. Obtener el certificado Ambiental de ANLA a traves de la autoridad ambiental local, se debe registrar el proyecto ante la UPME, Obtener el Beneficio de la UPME y radicar la notificación de exención de ley a la DIAN. Este riesgo debe materializarse	\$ 5,000,000.00	0.9	8	7.2
9	Confiabilidad de los equipos / Requisitos: Que debido a la confiabilidad de los equipos o incumplimiento de alguno de los requerimientos en especificaciones no se logre la meta de ahorro mensual propuesta por el proyecto.	Neg	Calidad / Tecnológicos.	0.3	8	2.4	Alto	\$ 31,200,000.00	\$ 9,360,000.00	Transferir	El proyecto no esperará tramites de Gestión de garantías: EL contrato deberá exigir los certificados de Garantia de los Equipos y que El proveedor se responsabilizará del remplazo inmediato de equipos defectuosos y a su cuenta y riesgo, gestionará la Garantía con el fabricante. En lo posible que el proveedor tenga la capacidad para Obtener de inmediato un Backup en stock del equipo defectuoso.	\$ 0.00	0.1	4	0.4
10	Procedimientos / Competencias / Conocimientos /Actitudes / Aptitudes: Que el proveedor no aplique los procedimientos correctos de instalación, no tenga personal competente, apto o con actitud profesional y pueda entregar un sistema defectuoso o provocar daños en los equipos.	Neg	Calidad / Entrenamiento	0.3	6	1.8	Medio	\$ 31,200,000.00	\$ 9,360,000.00	Transferir	El contrato debe exigir personal competente y experimentado, El proveedor tendra proceimientos de instalación por escrito y comunicados a los Ejecutores. El contrato deberá exigir que los daños ocasionados por Negligencia o responsabilidad del Proveedor deberán ser resueltos a su riesgo y costo con las Multas y penalidades aplicables.	\$ 0.00	0.1	4	0.4
11	Horarios de Operación: Que debido a la restricción de la institución para no afectar el desarrollo normal de clases, el proyecto se atrase.	Neg	Ambiental	0.3	4	1.2	Bajo	\$ 520,000.00	\$ 156,000.00	Mitigar	Planear las actividades de Ejecución, Visitas técnicas, mediciones, recolección de información preferiblemente despues de las 15:00 o los fines de semana. La ubicación de la instalación del sistema deberá ser en cualquier lugar diferente a un Salón de clases	\$ 0.00	0.1	2	0.2

Construcción del Autor

### 6.7.5. Plan de Respuesta a Riesgos.

El plan de respuesta a riesgos está incluido en el Análisis de Riesgos de la sección 6.7.3.2. Sin Embargo, un resumen se muestra a continuación:

Tabla 67 Plan de Respuesta a Riesgos

PLAN DE RESPUESTA A RIESGOS						
No.	RIESGO	TIPO	CATEGORÍA	ESTRATEGIA RESPUESTA	PLAN RESPUESTA	COSTO CONTINGENCIA
1	Tasa de Cambio: Debido a un aumento significativo en la tasa de cambio el costo de los equipos podría aumentar.	Neg	Financiero	Mitigar	Negociar con contratista en COP\$ con un umbral de reajuste de precio y un tiempo prudente de validez de la propuesta. No tardar mas de 60 días en tomar la decisión y realizar la compra. Financiar con tasa fija si es necesario.	\$ 25,000,000.00
2	Mercado: Debido al aumento en la oferta, los precios de los equipos disminuyan.	Pos	Financiero	Explotar	Obtener cotizaciones o propuestas a Nivel Nacional o Internacional si es posible de manera que los proveedores Locales se sientan obligados a dar descuentos.	\$ 0.00
3	Financiación: Que las tasas de Interés, Inflación u otros factores de la Economía Aumenten si se decide optar por financiación del proyecto.	Neg	Financiero	Evitar	Realizar el presupuesto con condiciones del Peor Caso de la Economía Local, Si hay un incremento significativo de las tasa de intés o las condiciones de la economía son tan desfavorables, procurar pagar la Totalidad del Crédito obtenido si lo hay . En caso de decidir financiar el proyecto, hacerlo a la menor tasa fija posible y por un corto plazo.	\$ 0.00
4	Presupuesto / Patrocinador: Que debido al costo del proyecto, La institución no decida realizar el proyecto o sea necesario cambiar el Alcance o reducir alguno de los componentes del presupuesto.	Neg	Financiero / Administrativo	Mitigar	Cambiar el alcance del proyecto y solo instalar Kits de Generación Solar en las áreas mas críticas o de Mayor consumo de la Institución como la Cocina, Sala de Maestros y Cuarto de Comunicaciones.	\$ 30,000,000.00
5	Contratos: Que debido a la forma de pago exigida por los proponentes económicamente mas favorables, sea necesario optar por Financiar el Proyecto.	Neg	Administrativo	Evitar	En la solicitud de Propuesta especificar la forma de pago conveniente para el proyecto. Negociar la forma de pago con el proponente de manera que sea Justa para el proyecto y para el proponente. Financiar el proyecto en el peor Caso	\$ 51,000,000.00
6	Proveedores / Desempeño: Que el desempeño de los proveedores sea deficiente y atrase el proyecto en más del 20%	Neg	Administrativo / Calidad	Transferir	Dentro de las clausulas del contrato debe estar que el Proveedor deberá reponer a manera de penalidad el ahorro que se ha dejado de obtener por el atraso del proyecto directamente atribuido a su responsabilidad.	\$ 0.00
7	Proveedores / Contratos: Que el Proveedor Incumpla con las Obligaciones de ley o contractuales y sea necesario suspender el contrato o cambiar el proveedor.	Neg	Administrativo	Transferir	Dentro de las cláusulas del contrato debe estar que el incumplimiento de las obligaciones de Ley amerita la suspensión o nulidad del contrato y los costos de atrasos y de los cambios necesarios estarán por cuenta del proveedor. Se debe tener un segundo proveedor contingente.	\$ 51,000,000.00
8	Legislación: debido a la posibilidad que el proyecto sea aceptado para obtener beneficios de Ley 1715, los beneficios del proyecto se incrementen y el tiempo de ROI disminuya.	Pos	Administrativo	Explotar	Se debe obtener el beneficio de ley 1715 a como de lugar. Obtener el certificado Ambiental de ANLA a traves de la autoridad ambiental local, se debe registrar el proyecto ante la UPME, Obtener el Beneficio de la UPME y radicar la notificación de exención de ley a la DIAN. Este riesgo debe materializarse	\$ 5,000,000.00
9	Confiabilidad de los equipos / Requisitos: Que debido a la confiabilidad de los equipos o incumplimiento de alguno de los requerimientos en especificaciones no se logre la meta de ahorro mensual propuesta por el proyecto.	Neg	Calidad / Tecnológicos.	Transferir	El proyecto no esperará tramites de Gestión de garantías: EL contrato deberá exigir los certificados de Garantía de los Equipos y que El proveedor se responsabilizará del remplazo inmediato de equipos defectuosos y a su cuenta y riesgo, gestionará la Garantía con el fabricante. En lo posible que el proveedor tenga la capacidad para Obtener de inmediato un Backup en stock del equipo defectuoso.	\$ 0.00
10	Procedimientos / Competencias / Conocimientos / Actitudes / Aptitudes: Que el proveedor no aplique los procedimientos correctos de instalación, no tenga personal competente, apto o con actitud profesional y pueda entregar un sistema defectuoso o provocar daños en los equipos.	Neg	Calidad / Entrenamiento	Transferir	El contrato debe exigir personal competente y experimentado, El proveedor tendra procedimientos de instalación por escrito y comunicados a los Ejecutores. El contrato deberá exigir que los daños ocasionados por Negligencia o responsabilidad del Proveedor deberán ser resueltos a su riesgo y costo con las Multas y penalidades aplicables.	\$ 0.00
11	Horarios de Operación: Que debido a la restricción de la institución para no afectar el desarrollo normal de clases, el proyecto se atrase.	Neg	Ambiental	Mitigar	Planear las actividades de Ejecución, Visitas técnicas, mediciones, recolección de información preferiblemente despues de las 15:00 o los fines de semana. La ubicación de la instalación del sistema deberá ser en cualquier lugar diferente a un Salón de clases	\$ 0.00

Construcción del Autor

## **6.8. PLAN DE GESTION DE ADQUISICIONES.**

El plan de gestión de las adquisiciones aplicado al proyecto ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA , describe la forma como se gestionarán las compras y contratos del proyecto; con base en los requisitos y entregables de las actividades de la EDT, se presenta la matriz de requisitos y la justificación de la decisión Adquirir/Contratar/Hacer; posteriormente se presenta el cronograma de entregables, el tipo de contrato a utilizar y Scope of Work (SOW) correspondiente al contrato de adquisición y el proceso de contratación, ejecución y control del contrato; Con éste, se numeran y describen las métricas de seguimiento y evaluación del proveedor con sus formatos asociados ; las condiciones de garantía y cumplimiento a tener en cuenta para el contrato y, por último el calendario de Adquisiciones con asignación de responsabilidades.

### **6.8.1. Requerimientos y Alcance de las Adquisiciones**

Después de analizados los entregables del proyecto, se definen aquellos componentes del proyecto a ser adquiridos y aquellos que pueden ser desarrollados o elaborados por el equipo del proyecto. La tabla 53 Define el Plan de adquisiciones del proyecto con base en los requisitos de los entregables:

Tabla 68 Alcance de las adquisiciones.

ID ACTIVIDAD (WBS)	FASE	ENTREGABLE ACTIVIDAD	ENTREGABLE	ADQ.	RENT/CONT	HACER	RESPONSABLE	JUSTIFICACION
1A	Estudios	Base de Información	Doc. Matriz de requerimientos Legales			x	Equipo Proyecto	
1A	Estudios	Base de Información	Informe sistema de Gestión del Colegio			x	Equipo Proyecto	
1A	Estudios	Base de Información	Doc. Matriz de Interesados y Esquema Organizacional			x	Equipo Proyecto	
1B	Estudios	Estudio de Mercado	Reporte de Históricos Tarifarios de electrohulla con proyecciones a 20 años.			x	Equipo Proyecto	
1B	Estudios	Estudio de Mercado	Informe y base de datos de Facturación servicio energía eléctrica del Colegio del último año.			x	Equipo Proyecto	
1C	Estudios	Estudio Técnico	Inventario actual y proyectado de equipo eléctrico del Colegio.			x	Equipo Proyecto	
1C	Estudios	Estudio Técnico	Planos Estructurales y Eléctricos actuales y de futura infraestructura del Colegio.			x	Equipo Proyecto / Institución	
1C	Estudios	Estudio Técnico	Estudio de Cargas y consumos de la Institución con proyecciones a 20 años.			x	Equipo del proyecto	
1D	Estudios	Id. Proveedores	Informe con Alternativas de solución.			x	Equipo Proyecto	
1D	Estudios	Id. Proveedores	Cotizaciones preliminares			x	Equipo Proyecto	
1D	Estudios	Id. Proveedores	Matriz de Proveedores			x	Equipo Proyecto	
1D	Estudios	Id. Proveedores	Diseños preliminares	x			Contratista / Equipo del proyecto	La decisión de adquirir quien se encargue de los diseños preliminares se toma debido q se requiere conocimiento de un experto en la materia.
2A	Factibilidad	Estudio Factibilidad	Matriz de información Financiera y Tributaria aplicable a proyectos Energía Renovable			x	Equipo Proyecto	
2B	Factibilidad	Estudio Factibilidad	Informe de Análisis de Alternativas de Financiación			x	Equipo Proyecto	
2C	Factibilidad	Estudio Factibilidad	Presupuesto del Proyecto			x	Equipo Proyecto	
2D	Factibilidad	Estudio Factibilidad	Evaluación Financiera del proyecto			x	Institución	
2E	Factibilidad	Permisos / Licencias	Permiso Ambiental			x	Institución	
2E	Factibilidad	Permisos / Licencias	Permiso Intervención / Conexión Red eléctrica			x	Institución	
2F	Factibilidad	Permisos / Licencias	Matriz de requerimientos y Requerimientos de la Entidad financiera elegida			x	Equipo del proyecto	
3A	Planeación	Documentos del Proyecto	Acta de Constitución			x	Equipo del proyecto	
3A	Planeación	Documentos del Proyecto	Planes de Gestión: Alcance, Cronograma, Costos, Calidad, Riesgos, Adquisiciones, Dirección del Proyecto y Gestión de Cambios.			x	Equipo del proyecto	
3B	Planeación	Documentos del Proyecto	Informe preliminar del Proyecto			x	Equipo del Proyecto	
3F	Planeación	Documentos del Proyecto	Publicación del Acta de Constitución y Comunicación del proyecto en Versión Aprobada			x	Equipo del Proyecto / Institución	
4A	Ejecución	Implementación	Matriz de Evaluación de Propuestas			x	Equipo del Proyecto	
4A	Ejecución	Implementación	Clasificación de Proponentes			x	Equipo del Proyecto / Institución	
4B	Ejecución	Implementación	Equipos sistema de Generación Solar PV (Paneles, Estructura de montaje y tornillería, Inversor, regulador, cableado, baterías, Accesorios, materiales, insumos y herramientas requeridos) y entregados en el sitio de Trabajo.	x			Proveedor / Contratista	La decisión se toma con base en que ni La Institución Educativa ni el Equipo del proyecto son proveedores de este tipo de tecnología.
4B	Ejecución	Implementación	Personal Técnicos Instaladores e Ingeniero Supervisor para Instalación, adecuación de espacios e instalaciones y otros especificados en el Alcance del trabajo. Incluye aprovisionamiento de EPP y certificaciones y competencias aplicables según requerimientos SGSST		X		Proveedor / Contratista	La decisión se toma con base en el hecho que Ni la Institución educativa ni el equipo del proyecto son competentes en la Ejecución de las tareas de Instalación de Equipos de Energía solar.



ID ACTIVIDAD (WBS)	FASE	ENTREGABLE ACTIVIDAD	ENTREGABLE	ADQ.	RENT / CONT	HACER	RESPONSABLE	JUSTIFICACION
4B	Ejecución	Implementación	Supervisor de HSEQ		x		Proveedor / Contratista	La decisión se toma con base en el supuesto que el contratista cuenta con un supervisor de HSEQ cuyo servicio estaría incluido dentro del alcance del trabajo objeto del contrato. Sin embargo, La institución Educativa se reserva el derecho de decidir si como parte de su sistema de Gestión, el Supervisor de HSEQ será uno de los miembros de su organización que actualmente desempeñe estas funciones.
4B	Ejecución	Implementación	Servicio Técnico y mantenimiento Posventa		X		Proveedor / Contratista	Esta decisión se toma con base en el supuesto que la vida útil de los equipos dependerá en gran medida de un óptimo mantenimiento y limpieza del Sistema en una base periódica. Por lo tanto, se requiere el servicio técnico de mantenimiento periódico pos venta. La institución educativa se reserva el derecho de decidir si Adquiere el servicio posterior a la puesta en marcha. También se podría incluir el servicio por un tiempo limitado dentro de los requerimientos del contrato con el proveedor.
4G	Ejecución	Implementación	Conexión Inversor / Intervención de la Subestación		X		Proveedor / Contratista	Esta decisión se toma con base en el hecho que La Subestación, si bien es propiedad de la Institución. La empresa prestadora del servicio de energía eléctrica se reserva ciertos derechos sobre la manipulación e intervención sobre aquellos equipos conectados a su red de distribución. En ese supuesto, se hace necesario la contratación de sus servicios o de uno de sus autorizados para el momento de la conexión del sistema (Grid Tied) con la Red Eléctrica comercial.
4I	Ejecución	Implementación	Puesta a tierra		x		Proveedor / Contratista	Esta decisión se toma con base en que ni La institución ni El equipo del proyecto son competentes en esta actividad. La instalación de la puesta a tierra podría contratarse también como parte del Alcance del trabajo del contrato.
4J	Ejecución	Implementación	Pruebas del Sistema		x		Proveedor / Contratista	Esta decisión se toma con base en que ni La institución ni El equipo del proyecto son competentes en esta actividad. La instalación de la puesta a tierra podría contratarse también como parte del Alcance del trabajo del contrato.
5c	Cierre	Beneficios Ley Energías renovables	Gestión Certificado Ambiental ANLA / CAM			x	Equipo del Proyecto / Institución	
5c	Cierre	Beneficios Ley Energías renovables	Gestión Registro proyecto UPME			x	Equipo del Proyecto / Institución	
5c	Cierre	Beneficios Ley Energías renovables	Gestión Beneficios Ley 1715			x	Equipo del Proyecto / Institución	
5e	Cierre	Entrega Proyecto	Informe Final / Acta de cierre			x	Equipo del Proyecto	

*Construcción del Autor*

Según la información anterior, las adquisiciones a realizar dentro del Proyecto son las siguientes:

Tabla 69 Requisitos del Proyecto

CRONOGRAMA DE ENTREGABLES						
ID ACTIVIDAD (WB)	FASE	ENTREGABLE	RESPONSABLE	FECHA PLANEADA ENTREGA	FECHA ACTUAL ENTREGA	DIFERENCIA (Días)
1A	Estudios	Doc. Matriz de requerimientos Legales	Aux. Dir proyecto	Semana 1		#¡VALOR!
1A	Estudios	Informe sistema de Gestión del Colegio	Director proyecto	Semana 1		
1A	Estudios	Doc. Matriz de Interesados y Esquema Organizacional	Aux. Dir proyecto	Semana 1		
1B	Estudios	Reporte de Históricos Tarifarios de electrohulla con proyecciones a 20 años.	Aux. Dir proyecto	Semana 1		
1B	Estudios	Informe y base de datos de Facturación servicio energía eléctrica del Colegio del último año.	Gerente Admin. Colegio	Semana 1		
1C	Estudios	Inventario actual y proyectado de equipo eléctrico del Colegio.	Gerente Admin. Colegio	Semana 2		
1C	Estudios	Planos Estructurales y Eléctricos actuales y de futura infraestructura del Colegio.	Gerente Admin. Colegio	Semana 2		
1C	Estudios	Estudio de Cargas y consumos de la Institución con proyecciones a 20 años.	Electrohulla / Director del proyecto	Semana 2		
1D	Estudios	Informe con Alternativas de solución.	Director proyecto	Semana 2		
1D	Estudios	Cotizaciones preliminares	Potenciales proveedores / Aux DP.	Semana 3		
1D	Estudios	Matriz de Proveedores	Aux. Director Proy	Semana 3		
1D	Estudios	Diseños preliminares	Potenciales proveedores / Aux DP.	Semana 3		
2A	Factibilidad	Matriz de información Financiera y Tributaria aplicable a proyectos Energía Renovable	Director proyecto	Semana 3		
2B	Factibilidad	Informe de Análisis de Alternativas de Financiación	Director proyecto	Semana 3		
2C	Factibilidad	Presupuesto del Proyecto	Director proyecto	Semana 4		
2D	Factibilidad	Evaluación Financiera del proyecto	Director proyecto	Semana 7		
2E	Factibilidad	Permiso Ambiental	Director proyecto	Semana 6		
2E	Factibilidad	Permiso Intervención / Conexión Red eléctrica	Gerente Admin. Colegio	Semana 6		
2F	Factibilidad	Matriz de requerimientos y Requerimientos de la Entidad financiera elegida	Director proyecto	Semana 7		
3A	Planeación	Acta de Constitución	Director proyecto	Semana 9		
3A	Planeación	Planes de Gestión finalizados: Alcance, Cronograma, Costos, Calidad, Riesgos, Adquisiciones, Dirección del Proyecto y Gestión de Cambios.	Equipo del Proyecto	Semana 17		
3B	Planeación	Informe preliminar del Proyecto entregado	Director proyecto	Semana 24		
3F	Planeación	Publicación del Acta de Constitución y Comunicación del proyecto en Versión Aprobada	Director proyecto	Semana 35		
4A	Ejecución	Matriz de Evaluación de Propuestas Documentada y evaluada	Aux director Proy	Semana 40		
4A	Ejecución	Proveedor venta e instalación de Sistema Solar PV seleccionado y contrato legalizado	Gerente Admin. Colegio	Semana 41		
4B	Ejecución	Equipos sistema de Generación Solar PV (Paneles, Estructura de montaje y tornillería, Inversor, regulador, cableado, baterías, Accesorios, materiales, insumos y herramientas requeridos) y entregados en el sitio de Trabajo.	Contratista	Semana 45		
4B	Ejecución	Personal Técnicos Instaladores e Ingeniero Supervisor para Instalación, adecuación de espacios e instalaciones y otros especificados en el Alcance del trabajo. Incluye aprovisionamiento de EPP y certificaciones y competencias aplicables según requerimientos SGSST Notificados para iniciar labores.	Contratista	Semana 44		
4B	Ejecución	Supervisor de HSEQ Elegido y Notificado para iniciar labores.	Director proyecto	Semana 44		

CRONOGRAMA DE ENTREGABLES						
ID ACTIVIDAD (WB)	FASE	ENTREGABLE	RESPONSABLE	FECHA PLANEADA ENTREGA	FECHA ACTUAL ENTREGA	DIFERENCIA (Días)
4B	Ejecución	Inicio de Labores de Adecuación.	Contratista	Semana 48		
4B	Ejecución	Estructura de soporte paneles Instalada.	Contratista	Semana 50		
4B	Ejecución	Paneles solares, Cableado y Ductería Instalados.	Contratista	Semana 50		
4B	Ejecución	Instalación y Anclaje del Inversor, Transformador / regulador y Gabinete.	Contratista	Semana 51		
4B	Ejecución	Modificaciones y adaptaciones al tablero eléctrico realizadas.	Contratista	Semana 51		
4B	Ejecución	Reparaciones y resanes realizados y aceptados.	Contratista	Semana 53		
4G	Ejecución	Conexión Inversor / Intervención de la Subestación	Contratista	Semana 53		
4I	Ejecución	Puesta a tierra conectada.	Contratista	Semana 51		
4J	Ejecución	Sistema probado, monitoreado y aceptado.	Contratista	Semana 53		
4B	Ejecución	Servicio Técnico y mantenimiento Posventa adquirido.	Gerente Admin. Colegio	Semana 52		
5c	Cierre	Certificado ambiental Expedido por ANLA / CAM.	Director proyecto	Semana 54		
5c	Cierre	Proyecto Registrado en la UPME	Director proyecto	Semana 55		
5c	Cierre	Beneficio ley 1715 Obtenido de UPME y DIAN.	Director proyecto	Semana 56		
5e	Cierre	Informe Final / Acta de cierre	Director proyecto	Semana 53		

*Construcción del Autor*

**Alcance del Contrato (Scope of Work SOW):** De acuerdo al cronograma, las actividades listadas en la tabla 69, se realizarían en un tiempo inferior a 60 días. Además, todas las actividades que requieren la adquisición de bienes o servicios están relacionadas con el mismo tipo de actividad comercial; por lo tanto la decisión es la de realizar una sola adquisición cuyo alcance del trabajo incluya las siguientes actividades:

- Realización de los diseños del sistema.
- Suministro de equipos, materiales, insumos y herramientas necesarios para la instalación y puesta en marcha del Sistema de Generación solar PV de 30KW Grid Tie, Puesta a tierra, pruebas y ensayos.
- Transporte de los equipos hasta el Sitio de Instalación.
- Adecuación de espacios para el sistema y reposición de daños a la propiedad o a terceros.
- Instalación, conexión, conexión a tierra, puesta en marcha, pruebas y ensayos del sistema de Generación Solar.
- Suministro del personal requerido para la Adecuación, Instalación, puesta en marcha, pruebas y ensayos del sistema de acuerdo a los requerimientos de personal cuyos perfiles, habilidades, requisitos de competencias y requerimientos de HSEQ de acuerdo a la SGSST se definen en los planes de Recursos humanos y de Calidad del proyecto:
  - 1 x Ingeniero Supervisor

- 3 x Técnicos Instaladores.
- 1 x Supervisor de HSEQ.
- Servicio técnico, de mantenimiento y limpieza de los equipos del sistema con una base periódica y por un periodo limitado de tiempo.

### 6.8.2. Tipos de Contrato.

Para las adquisiciones del proyecto y según los requisitos del alcance del trabajo definidos en la sección 3.1 se ha definido un contrato de Precio Fijo debido a que:

- La duración de las actividades es corta.
- El alcance del trabajo y las cantidades requeridas están bien definidos.

### 6.8.3. Contratación, ejecución y control de compras y contratos

Para las adquisiciones, de acuerdo al proceso de contratación de la Institución, se ha definido el sistema de Solicitud de propuestas / Orden de Compra. Por lo tanto, La institución educativa a través de la Gerencia administrativa, emitirá y publicará una solicitud de propuesta con los términos y especificaciones definidos en el Alcance del trabajo de las adquisiciones dentro de los 15 días calendario a partir de la aprobación del proyecto por parte de la Junta directiva. El proceso de selección se detalla a continuación:

Tabla 70 Tabla 5 Proceso de Adquisición / Selección de propuestas.

	ACTIVIDAD	PLAZO	Observaciones	Responsable
1	Emisión Solicitud de Propuestas	3 días calendario	A partir de la Aprobación por parte de la Junta directiva	Gerencia Administrativa / Director del proyecto.
2	Recepción de Propuestas / Aclaraciones	15 Días Calendario	Durante esta etapa se pueden realizar visitas técnicas por parte de los proponentes.	Gerencia Administrativa / Director del proyecto.
3	Evaluación Propuestas	7 Días Calendario	Selección del proponente con mejor puntuación.	Gerencia Administrativa / Director del Proyecto.
4	Negociación	15 Días Calendario	Negociar Condiciones del Contrato	Gerencia Administrativa / Director del Proyecto.
5	Emisión de Orden de Compra	3 Días Calendario	Expedida por la Gerencia Administrativa del Colegio.	Gerencia Administrativa
6	Legalizar y Formalizar Contrato	3 Días Calendario		Departamento Legal / Contratista

7	Transporte de Equipos e Inicio de Labores	Inmediatamente después de Legalizar Contrato		Contratista
---	---	--	--	-------------

*Construcción del Autor.*

#### 6.8.4. Definición y criterios de evaluación de proveedores.

Para la selección de propuestas se han definido los siguientes criterios de evaluación.  
Con Calificación de 0-5:

- **Ahorro Efectivo:** Corresponde al Valor estimado en Pesos (COP) y en KWh/mes que el diseño propuesto generará y que contrarrestará en la factura de servicio de energía Eléctrica. Se asignará los siguientes rangos de Calificación:
  - 4 – 5: Si ahorro > \$2'000.000 /mes o > 6000KWh/mes.
  - 3 – 3.99: Si ahorro entre \$1'500.000-1,999.999/mes ó entre 5000 – 5999 KWh/mes.
  - 1 – 2.99: Si ahorro entre \$1,000.000-1,499.999/mes ó entre 4500 – 4999 KWh/mes.
  - 0 – 0.99: Si Ahorro < \$1,000.000 ó < 4500 KWh/mes.
- **Precio:** Corresponde al valor total de la propuesta comercial, se evaluará con respecto al costo estimado de Inversión inicial del Estudio de Factibilidad (CEIF aproximado \$200'000.000):
  - 4 – 5: Valor propuesta < 85% CEIF
  - 3 - 3.99: Valor Propuesta entre 85 – 95% CEIF.
  - 1 - 2.99: Valor propuesta entre 96 – 100% CEIF.
  - 0 – 0.99: Valor Propuesta > Costo Estimado en E. Factibilidad (CEIF).
- **Facilidades de Pago:** Corresponde a la forma de pago propuesta por el proveedor. Se asigna los siguientes criterios de evaluación cualitativa:
  - 4 – 5: presenta opción de financiación a un plazo mayor o igual al ROI (Tiempo de retorno de inversión estimado). O es muy flexible con los pagos.

- 3 – 4: Presenta Opciones de financiación dentro del tiempo de ROI; ó, presenta un plan de pagos de contado por la duración de la ejecución más un periodo de gracia. (Parcialmente flexible)
- 2 - 3: Presenta opciones de Pago a corto plazo sin intereses y es Inflexible con los tiempos de pago.
- 1 – 2: Solo da la opción de pago de Contado y es inflexible con los pagos.
- 0 – 1: Exige Anticipos para el inicio de la Ejecución.
- Tiempo / Experiencia en el Mercado:
  - 4 – 5: Mas de 5 años o más de 15 proyectos similares.
  - 3 – 4: entre 3 – 5 Años o más de 10 proyectos similares.
  - 1 – 3: Entre 2 – 3 Años o más de 5 proyectos similares.
  - 0 – 1: Menos de 2 Años o menos de 5 proyectos similares.
- Calidad Equipos: Corresponde al renombre y la garantía de fabricante de los equipos y a los certificados de calidad de los equipos propuestos.
  - 4 – 5: Presenta Especificaciones de los equipos, La marca es conocida a nivel Mundial, presenta certificados de Garantía por un tiempo superior al ROI; presenta certificados de Calidad expedido por Organismos Internacionales.
  - 3 – 4: Presenta especificaciones de los Equipos, La marca es reconocida a nivel Local, presenta certificados de Garantía de Fabricante dentro del tiempo ROI, presenta certificados de calidad Expedidos por organismos Nacionales.
  - 2 – 3: Presenta Especificaciones de los equipos, La marca no es reconocida, La Garantía es expedida por el proponente pero no por el fabricante, Los certificados de Calidad son de Organismos nacionales o Internacionales.
  - 0 – 2: Deja dudas en cuanto a los certificados de Calidad o Garantía; No presenta Especificaciones de los equipos; Las Marcas no son conocidas.

- Diseño / propuesta Alterna: El proveedor presenta un diseño de acuerdo a los requerimientos o una alternativa de mejores capacidades con un costo igual o menor al estimado.
  - 4 – 5: Diseño mejorado con precio menor o igual al Estimado.
  - 3 – 4: Diseño con Capacidades requeridas con el precio estimado.
  - 2 – 3: Diseño con capacidades requeridas con precio superior al estimado.
  - 0 – 2: Diseño no cumple con los requerimientos.
- Tiempo de Respuesta: Es el tiempo que tarda el proponente en responder a la solicitud de propuesta.
  - 4 – 5: Inmediato o dentro de los 3 días a la solicitud.
  - 3 – 4: 3 a 7 días posteriores a la solicitud.
  - 2 – 3: Una a dos semanas después de la Solicitud.
  - 0 – 2: Más de dos semanas después de la solicitud.
- Procedencia de Equipos: Tiene que ver con el lugar de fabricación de los equipos pues se quiere evitar lugares donde se practiquen la explotación Infantil o Laboral.
  - 3 – 5: Si los equipos provienen de Países Libres de Explotación Infantil o Laboral.
  - 0 – 1: Si los equipos provienen específicamente de Países reconocidos pro prácticas de Explotación Laboral o Infantil.
- Sostenibilidad Socio-Ambiental: El proveedor cuenta con Certificaciones relevantes de Calidad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional.
  - 4 – 5: Cuenta con Certificaciones ISO y OHSAS para HSE y Q.
  - 3 – 4: Cuenta con Certificaciones HSE y Q de organismos Locales o gubernamentales.
  - 1 – 3: Cuenta Con alguno de los Certificados para HSE y/o Q.
  - 0 – 1: No tiene certificaciones de Ningún tipo.

La tabla 71 muestra el formato de Evaluación de propuestas con los Pesos específicos (Ponderación) de cada criterio de Evaluación:

Tabla 71 Formato de evaluación de propuestas en pesos

FORMATO EVALUACIÓN PROPUESTAS - PR-GADQ-01			
Fecha:	No. Propuesta		
Nombre Establecimiento Comercial:			
EVALUACION PROPUESTA			
CRITERIO DE EVALUACION	PESO (Ponderación)	CALIFICACION (0-5)	PUNTAJE
Ahorro efectivo	15.00%		0
Precio (valor propuesta)	30.00%		0
Facilidades pago	15.00%		0
Tiempo/experiencia en el mercado	10.00%		0
Calidad equipos	10.00%		0
Diseño / propuesta alterna	5.00%		0
Tiempo de respuesta	5.00%		0
Procedencia equipos	5.00%		0
Sostenibilidad socio-ambiental	5.00%		0
Total	100.00%		0

*Construcción del Autor.*

Una vez evaluados, las propuestas serán clasificadas por orden de Puntaje. El Elegido será el proponente con mayor Puntaje.

#### 6.8.5. Seguimiento del contratista:

El Seguimiento del contratista se realizará a partir de tres variables:

- **Operacional:** El Contratista, con el Supervisor de HSEQ llevará un registro continuo de las actividades usando el Formato PR-SC-05 (Anexo 5) donde registrará los tiempos de inicio y fin de las actividades y el tiempo No productivo por eventos no planeados o de mala calidad donde se atribuya su responsabilidad directa. A partir del tiempo No Productivo (NPT) se calculará la eficiencia Operativa del contratista y se registra en El Formato de Métricas del Contratista del Numeral 6.8.5.1.
- **Contractual:** El Director del proyecto y el Supervisor HSEQ realizará el seguimiento al contrato conforme lo especifica el calendario de Entregables del Numeral 6.8.5 y de acuerdo a los criterios de aceptación del formato de Auditoría de Calidad PR-GDQ-06-1 (Anexo 6A) y Registro de No Conformidades PR-GDQ-06-3 (Anexo 6B).



- Calidad de Servicio: El Director del Proyecto o el equipo Evaluarán al Contratista cualitativamente usando la encuesta de Calidad de servicio de la Tabla 57:

Tabla 72 Formato Evaluación Calidad de Servicio,

FORMATO EVALUACIÓN CONTRATISTAS			
Nombre del Contratista:			
Identificación:			
Contrato / Orden de compra No.		Fecha:	
ENCUESTA CALIDAD DE SERVICIO			
ID	Pregunta	Calificación (0-5)	Criterio
1	Actitud del personal		0= Mala - 5= Excelente
2	Aptitud del personal		0= incompetente - 5= Muy profesional
3	Preparación / Disponibilidad de equipo, herramientas y materiales para el trabajo		0= deficiente - 5= se nota la preparación
4	Estado de los Equipos		0= Mal estado - 5= Excelente estado
5	Solución de Inquietudes / problemas		0= No Convence - 5= Muy capaz
6	Cumplimiento requisitos / Especificaciones		0= Ineficaz - 5= Muy Eficaz
7	Seguridad en el trabajo		0= Riesgoso - 5= Muy Seguro
8	Medio Ambiente y Limpieza		0= Deficiente - 5= Excelente
9	Calidad del Trabajo		0= Deficiente - 5= Excelente
10	Tiempo de Respuesta / Eficiencia en el trabajo		0= Ineficiente - 5= Muy Eficiente
<b>TOTAL CALIDAD DE SERVICIO (promedio calificaciones)</b>		<b>#¡DIV/0!</b>	

Construcción del Autor.

#### 6.8.5.1. Métricas del proveedor / contratista

Conforme a lo dispuesto en la sección 6.8.5, los resultados serán registrados en el siguiente formato para cada fecha de corte:

Tabla 73 Seguimiento Métricas del Contratista.

SEGUIMIENTO METRICAS DEL CONTRATISTA									
VARIABLE	METRICA	FORMULA	META	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6
OPERACIONAL	Tiempo Operacional (OT)	Total Horas trabajadas (incluido NPT)	N/A						
	Tiempo No productivo (NPT)	Total horas perdidas	0						
	Eficiencia Operacional	$Eff = (OT - NPT) / (OT) \times 100\%$	100						
CONTRACTUAL	Entregables Aceptados	total entregables aceptados.	Todos						
	Total Entregables	42	N/A						
	% Avance	$\%AV = \text{Entregables aceptados} / \text{Total Entregables}$							
	NCR	Número de No conformidades	0						
	NCRP	No Conformidades abiertas	0						
CALIDAD SERVICIO	Puntaje Calidad de servicio		>4						

Construcción del Autor.

Estos resultados serán comunicados durante las reuniones de seguimiento y con los contratistas según lo especificado en el Plan de Comunicaciones, Sección Reuniones.

## 6.8.5. Garantías e Incumplimientos

### 6.8.5.1. Garantías:

El Contratista deberá garantizar como mínimo:

- Lo pactado en el Alcance de los trabajos de las adquisiciones.
- Las Capacidades y especificaciones técnicas de la propuesta y estas a su vez de acuerdo con lo definido en el Contrato.
- Certificado de Garantías del Fabricante de los equipos como mínimo por el tiempo de Retorno de Inversión (5 años).
- Certificado de Garantía del trabajo realizado por parte del proveedor del bien o servicio.

### 6.8.5.2. Incumplimientos:

De incumplirse lo pactado en el contrato celebrado, el Director del proyecto o el Supervisor HSEQ elevará el respectivo reporte de no Conformidad (NCR) con el Formato del Anexo 6B, al cual será registrado para su trazabilidad y seguimiento en formato del Anexo 6C; y se realizará una investigación de causa raíz correspondiente mediante el Formato del Anexo 6D.

De hallarse alguna de las siguientes causas del incumplimiento o no conformidad, se procederá de la siguiente forma:

- Falla del Equipo o del Fabricante: Remplazo Inmediato del Equipo defectuoso por uno de Características idénticas o especificaciones Equivalentes a cuenta y riesgo del proveedor quien a su vez escalará el proceso de Garantía con el Fabricante.
- Negligencia del contratista, Error Humano o de procedimiento: Si el Tiempo perdido acumulado presenta un atraso del 15% o más en el cronograma debido a responsabilidad directa del contratista, éste será multado con el valor equivalente a lo que el sistema no generó durante el periodo de atraso a la tarifa actual de Electrohuila, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Multa (COP\$) = \frac{\text{Tiempo de atraso (dias)}}{30} \times GEMp (KWh/mes) \times Tarifa (COP\$/KWh)$$

Donde, GEMp: Generación estimada del sistema propuesto (KWh/mes)

Incumplimientos Legales, regulatorios, de seguridad (HSE) o de estándares aplicables no serán tolerados y se procederá a abrir la respectiva investigación con el departamento Legal con las posibles consecuencias de la suspensión o anulación del contrato con las Sanciones, Penalidades e Indemnizaciones aplicables que el departamento Legal de la Institución Educativa considere necesario.

### 6.8.6. Cronograma de Compras y Responsables.

Tabla 74 Cronograma de Adquisiciones

CRONOGRAMA DE ADQUISICIONES						
ID ACTIVIDAD (WBS)	FASE	ENTREGABLE	RESPONSABLE	FECHA PLANEADA ENTREGA	FECHA ACTUAL ENTREGA	DIFERENCIA (Días)
4A	Ejecución	Proveedor venta e instalación de Sistema Solar PV seleccionado y contrato legalizado	Gerente Admin. Colegio	Semana 41		
4B	Ejecución	Supervisor de HSEQ Elegido y Notificado para iniciar labores.	Director proyecto	Semana 44		
4B	Ejecución	Servicio Técnico y mantenimiento Posventa adquirido.	Gerente Admin. Colegio	Semana 52		

Construcción del autor

## 6.9. PLAN DE GESTION DE INTERESADOS.

El plan de gestión de interesados, aplicado al proyecto ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA, Provee al Director del Proyecto, al equipo del proyecto con una guía de las herramientas necesarias para el manejo de los interesados del proyecto, desarrolla estrategias de gestión adecuadas para lograr la participación eficaz de los interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto, con base en el análisis de sus necesidades, intereses y el posible impacto en el éxito del proyecto.

### Alcance:

El presente documento comprende la descripción de los métodos y procedimientos a seguir para la planeación, gestión y control de los interesados del proyecto realizando una clasificación, análisis, planificación de la gestión de los interesados mediante estrategias para lograr su participación en las decisiones y ejecución, finalmente se realizara seguimiento a la gestión de interesados para ajustar las estrategias y planes a los cambios

### 6.9.1. Identificación de Interesados.

De documentos anteriores se identifican los interesados clasificándolos de la siguiente forma:

Tabla 75. Identificación de los interesados

INTERESADO		Tipo	Organización
Órgano	Representante		
consejo directivo ( Junta CORPADE)	Presidente consejo directivo	patrocinador-interno	ASPAEN/CORPADE
Rectoría	Rector de la Institución	patrocinador-interno	ASPAEN/Gimnasio "La Fragua"
Gerencia Administrativa	Director Administrativo	patrocinador-interno	ASPAEN/Gimnasio "La Fragua"
Contratista	Gerente de operaciones (funcional)	contratista – externo	por definir
Consultoría & PM	Director del proyecto	consultor – interno	ASPAEN/Gimnasio "La Fragua"
Contratista	Ingeniero Supervisor	contratista – externo	por definir
Contratista	Analista QHSE	contratista – externo	por definir

Contratista	Técnicos instaladores (4)	contratista – externo	por definir
-------------	---------------------------	-----------------------	-------------

Construcción del autor

### 6.9.2. Matriz de Interesados (Poder/Influencia/impacto)

Para el análisis de interesado se hará referencia a la Matriz de poder/influencia, que agrupa a los interesados basándose en su nivel de autoridad (“poder”) y su participación activa (“influencia”) en el proyecto;

Tabla 76. Matriz de Stakeholders (Poder/Influencia/impacto)

Matriz de Stakeholders					
Proyecto:	ESTUDIO ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA” DE NEIVA				
Código:	Xxxxxx				
Fecha de Inicio:	18/09/2017				
Stakeholder:	Presidente consejo directivo				
Tipo:	patrocinador-interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad, siendo amigable con el medio ambiente	Alto	Alta	* Comprende la necesidad de energía renovable y el compromiso con el medio ambiente	* No mejora los procesos administrativos de licitaciones, contratos y pagos.	* Mantener informada a CORPADE sobre beneficios existentes y su impacto en el presupuesto confort en las aulas de la Institución.
			* Asume, estimula los beneficios tributarios que se puede recibir la institución por el uso de energía renovable.	* Poco apoyo al mejoramiento administrativo	* Identificar puntos clave de control para garantizar que los documentos relacionados a obligaciones de pagos no presentan errores u omisiones.
			* Incrementa recursos humanos clave para atender labores de operación y mantenimiento	* Retrasos en la aprobación de entrega de fondos al proyecto.	
Conclusiones:	Es un actor interno clave; si no se toman acciones positivas puede disminuir la eficacia del proyecto, la gestión de pleno cumplimiento de metas y presupuesto del proyecto puede quedar afectado severamente. Es el principal interesado y a quien se debe mantener informado con todos los detalles de cada movimiento, ya se estableció en el plan de comunicaciones la manera de hacerle llegar la información con sus respectivas confirmaciones				

Stakeholder:	Rector de la Institución				
Tipo:	patrocinador-interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Alta	Comprometido con el medio ambiente	Solo se permite trabajar durante periodos de tiempo en los que se tiene menor cantidad de estudiantes, quiere cero riesgo a estudiantes	Se trabajara en horarios acordados con el rector, se tendrá supervisor
			Consciente de la problemática por temperatura en las aulas	Preocupación por la eficiencia del sistema	Se detallara un buen informe del estudio técnico y se hará una presentación breve per contundente
			A gusto por los beneficios tributarios que recibirá la institución	Preocupado por el tiempo de retorno de la inversión	
Conclusiones:	Es un actor interno principal, flexible para acordar horario, se debe mantener informado del estudio técnico, se debe mostrar la eficiencia del sistema, se le entregara un reporte financiero con tiempos y cifras para evitar la preocupación por el retorno sobre la inversión, cumplir el plan de comunicaciones con el rector es de vital importancia pues es quien debe mostrar los resultados a los directivos de la institución				
Stakeholder:	Director Administrativo				
Tipo:	patrocinador-interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Alta	Insiste en mejorar el confort de las aulas	Tramite de papelería con tiempo de retraso por aprobaciones	Se fijaran clausulas para entrega de documentación y a su vez para revisión de contraparte, fijando tiempos específicos para cada etapa del proyecto
			Flujo efectivo para pagos y adelantos	Depende de otras dependencias	Se entregara a área correspondiente informes de revisión semanal con el fin de evitar reproceso,
			Conforme con los beneficios tributarios		
Conclusiones:	Es u actor interno principal, de le depende que el flujo de dinero sea optimo y adecuado como depende de otras dependencias se fijaran entregables y reuniones periódicas para evitar reproceso manteniendo todas las áreas implicadas informadas				
Stakeholder:	Gerente de operaciones (funcional)				
Tipo:	contratista – externo				

Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Media	Experto en parte técnica	Demasiada confianza con técnicos instaladores	Entregable diario de avance en formato estipulado y reuniones semanales con los directivos para mostrar avance y recoger solicitudes
			Conoce el personal que ejecutara la parte de instalación y puesta en marcha	Por conocer los instaladores puede que no se haga seguimiento en tiempo real	Se definen entregables diarios, se harán manuales sujetos a revisión los cuales deben ser de fácil comprensión
			Dispuesto a capacitar el personal de la institución	Puede manejar demasiados conceptos técnicos que no serán fácil de entender por personal de operación y mantenimiento	
Conclusiones:	El gerente de operaciones tiene la responsabilidad de ejecutar el cronograma en tiempo planeado, se debe fijar entregable diario y reunión semanal, por exceso de confianza se pueden tener algunos retrasos.				
Stakeholder:	Director del proyecto				
Tipo:	consultor – interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Media	De acuerdo con políticas ambientales	Exceso de confianza por sus capacidades técnicas	Se fijara estándar y modelo de normas a seguir en estudio técnico
			Conoce bien la normatividad	Exagerar con el cumplimiento de las normas	Se fijaran normas y estándares aplicables al proyecto sin exceder en ellas
			Conoce los estándares aplicables	Demasiada exigencia en la instalación	
Conclusiones:	El director del proyecto es un profesional altamente capacitado para la labor conoce todos los detalles, estándares y normatividad aplicable, se deben fijar los modelos a seguir y así mismo establecer las normas necesarias sin exceder en ellas				
Stakeholder:	Ingeniero Supervisor				
Tipo:	contratista – externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Alto	Media	Conocimiento de los equipos de manera profunda	Alta exigencia al momento de la instalación	Planeamiento, ejecución y pruebas de acuerdo al estudio técnico

			Buena fuente para capacitación de personal	Protocolo de pruebas riguroso	Fijar los estándares de instalación aplicando normas existentes de acuerdo al región y país de ejecución del proyecto
			Manejo detallado de especificaciones técnicas	Chocar con los técnicos de instalación	
Conclusiones:	el ingeniero supervisor será quien responda como primer nivel de escalamiento ante cualquier inquietud en cuanto a diseño y funcionamiento del sistema, ejecutara pruebas de funcionamiento y diseñara los manuales de operación y mantenimiento, será el encargado directo de instruir al personal que llevar a cabo las rutinas de operación y mantenimiento. ejecutar la obra, tal como ha sido concebido durante el estudio, para ser ejecutado en el tiempo previsto, con el monto fijado y con calidad establecida, porque satisface las expectativas de los interesados				
Stakeholder:	Analista QHSE				
Tipo:	contratista – externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	Medio	Bajo	reporte de involucrados con la actividad específica, salud y planes de seguridad.	Choque por exigencia	Se realizara reporte diario y semanal para discriminar actividades potencialmente peligrosas
			responsable del cuidado del personal involucrado en llevar cabo la instalación y puesta en operación	Estará en revisión constante de equipos de protección personal	Llamados de atención y advertencias a quienes no estén de acuerdo con el QHSE para que se tenga presente que es la autoridad encargada de evitar percances o accidentes
			Apoyar la gestión integral de Calidad, medio ambiente, seguridad y salud laboral de la organización	Exigencia de aseo y entrega de lugar trabajo impecable	
Conclusiones:	La funciones principales de Analista QHSE:  1. Mantener actualizado el sistema de gestión integral 2. Generar las actas de reuniones de HSEQ 3. Mantener actualizados los indicadores de gestión 4. Generar reportes de accidentes de trabajo 5. Realizar inspecciones de HSEQ (botiquines, extintores, camillas), 6. Realizar capacitaciones puesto a puesto mensualmente 7. Mantener actualizados los registros del proceso de HSEQ. 8. Realizar calificación de invalidez en accidentes de trabajo.  Es una actor externo muy necesario sin él no se tendría control de la ejecución y puesta en marcha, tanto para personal involucrado en el provecto como para personal de la institución con curiosidad y quiera				



	estar en la zona con restricción de acceso				
Stakeholder:	Técnicos instaladores (4)				
Tipo:	contratista – externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Proporcionar infraestructura de educación de calidad.	media	Baja	Encargados de instalación y puesta en funcionamiento	Serán monitoreados todo el tiempo por Ingeniero Supervisor	Control en hora de llegada y salida, monitoreo de montaje, el ingeniero supervisor entregara reporte diario
			Aplicaran estándares y reglamento técnico	No se puede omitir ningún ítem del reglamento técnico	Ingeniero supervisor con reglamento en mano estará al pendiente de la mejor ejecución, en caso de que sea requerido algún cambio será sometido a validación de sus superiores
			Deben implementar de acorde al diseño	No se permiten cambio del diseño en la implementación hasta no ser avalado por el Ingeniero Supervisor quien a su vez solicitara aprobación de su superiores	
Conclusiones:	Los técnicos instaladores son personal con experiencia en montaje e instalación, son los encargados de correr el protocolo de pruebas, pero no son autónomos siempre tendrán que pedir aval al ingeniero supervisor ante cualquier eventualidad que pueda alterar el diseño, de manera coloquial no se mueve un centímetro de cable sin previo aval del superior inmediato				

Construcción del autor

### 6.9.3. Matriz dependencia-Influencia.

Para el análisis de interesado se hará referencia a la Matriz de Dependencia/influencia

Tabla 77. Matriz dependencia-Influencia

Influencia ↑	<b>ACTORES DOMINANTES</b>	<b>ACTORES DE ENLACE</b>
	Consejo directivo colegio	Rector Director administrativo Director proyecto
	<b>ACTORES AUTÓNOMOS</b>	<b>ACTORES DOMINADOS</b>
	Gerente de operaciones	Ing supervisor Analista HQSE Técnicos
	Dependencia →	

Construcción del autor

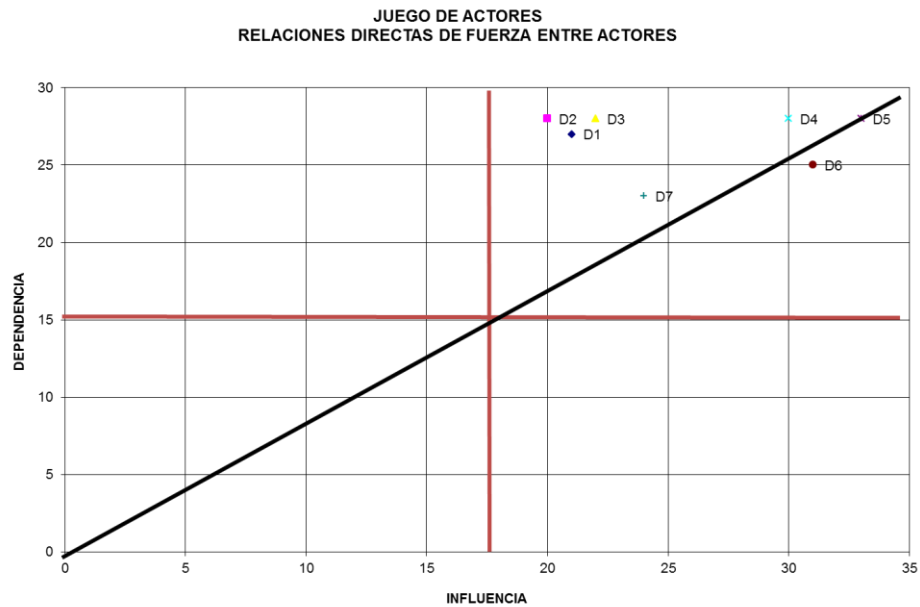


Figura 46. Relaciones directas entre actores o dependencias con respecto a la influencia. Construcción del autor

Tabla 78. Análisis mapa de dependencias

**ANÁLISIS MAPA DE DEPENDENCIAS:** Cómo quedaron ubicados las dependencias y cuál es el impacto

En el juego de dependencias observamos en esta zona de operación se encuentran las

dependencias D1 , D3 , D4 , D5 Constructores estos actores son dependientes los unos de los otros

Seguidamente encontramos en la zona de generación, definida como aquella con niveles mínimos de influencia y dependencia. D2 y D6 para los cuales es el impacto de los escenarios es indiferente

En la zona de poder, encontramos como actor determinante al D1 determinante para el buen futuro de la construcción de Proyectos solares en la institución, se debe estar monitoreándose y mejorándose para evitar gran impacto

Por último, en la zona de conflicto, no se encuentran dependencias.

*Construcción del autor*

#### 6.9.4. Matriz de Temas y respuestas.

Para elaborar las hipótesis, se optó por seleccionar las variables de la zona de conflicto, de poder y proyectar su comportamiento a futuro. Lo anterior no significa que las hipótesis resultantes no integren elementos de las demás variables. Lógicamente para que una condición se presente una serie de hechos deben suceder para que esto sea factible.

Luego, para seleccionar las dos hipótesis de los ejes de Schwartz se recurrió a perfilar 5 hipótesis H1, H2, H3, H4, H5 , analizando las hipótesis H3, H4, H5 son las causas de las hipótesis H1 Y H2 solo se definen estas dos en los ejes

*Tabla 79. Hipótesis a futuro*

**H1. La demanda de energía Kwh continuará en aumento en los próximos 3 años. ----> SCHWARTZ**

Esta hipótesis siempre será cierta ya que siempre habrá crecimiento de la población

**H2. En los próximos 3 años aumentará la oferta de Kwh. ----> SCHWARTZ**

Aumentará la capacidad generadora de la electrificadora de la zona en los próximos años, por ser una empresa con planes de expansión.

H3. El número de cambio de los requisitos de los clientes aumentará durante los próximos 3 años.

Basados en la disponibilidad de espacio y distribuciones familiares, los requisitos de los clientes cambiarán.

H4. El crecimiento de la población variará por encima de lo proyectado en los próximos 3 años.

Teniendo en cuenta las proyecciones del DANE del crecimiento poblacional, se espera que debido a movilizaciones de más personas hacia la ciudad se darán por búsqueda de oportunidades.

H5. Pérdida de la capacidad financiera en los próximos 3 años.

Teniendo en cuenta que cada vez hay más pobreza entre la población y más familias de estratos medio tenderán a bajar de estrato debido a la baja de ingresos debido al crecimiento poblacional, se espera que las familias tengan menos capacidad financiera para adquirir servicios públicos y más aún para sostenimiento de estos.

*Construcción del autor*

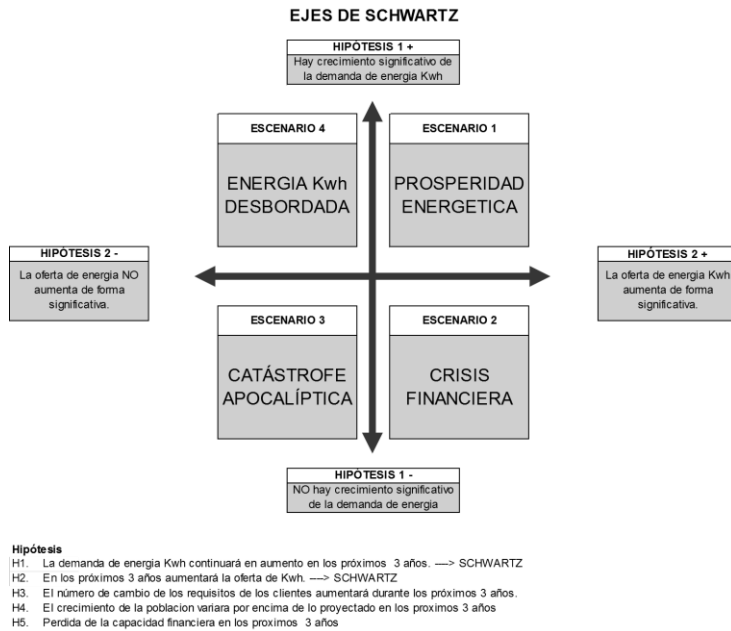


Figura 47. Ejes de Schwartz. Construcción del autor

Tabla 80. Condiciones iniciales del sistema

CONDICIONES INICIALES DEL SISTEMA (AÑO 0)		
NOMBRE		CONDICIONES
V1	Nivel de demanda de KWh	Según proyecciones del DANE Para el final del cuarto trimestre del 2011 nuevas obras 161.339 y en proceso 287,536 para un total de 445,875.
V2	Disponibilidad de sistemas solares	el avance tecnológico causa que los precios de adquisición de sistemas solares será más favorables para el consumidor.
V3	Nivel de oferta de kit solares	Colombia en los últimos años ha venido incursionando en las energías renovables. Ya en la década de los 80, en unidades residenciales construidas en sectores de Ciudad Salitre y Ciudad Tunal en Bogotá, y Villa Valle de Aburrá en Medellín, el Centro Las Gaviotas instaló un sistema de paneles para calentar autónomamente el agua de miles de tanques de reserva.
V4	Crecimiento de la necesidad energética	Recientemente, empresas como la de Energía del Pacífico (Epsa) invirtió más de 1.240 millones de pesos en la construcción del laboratorio de energía solar más grande del país, ubicado en las instalaciones de la compañía en el municipio de Yumbo, que está conectado directamente a su red eléctrica interna y provee hasta un 5 por ciento de la demanda que abastece al complejo, gracias a una tecnología combinada de módulos solares de silicio mono cristalino, poli cristalino y amorfo de capa delgada. fuente: <a href="http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15901037">http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15901037</a>
V5	Catástrofes naturales	2.393.011 de habitantes proyección del DANE basado en el censo del 2005
V6	Requisitos de los clientes	No hay ninguna catástrofe inminente en la ciudad.
V7	Capacidad financiera	Los requerimientos mínimos de la institución es minimizar el gasto energético con recuperación de la inversión a un máximo de 7 años siendo sostenible y obtener beneficios tributarios Un punto vital para que esté al alcance de todos es que “el sistema bancario apalanque créditos a quienes quieran instalar el sistema y que entidades de la banca de segundo piso como Findeter y Bancoldex continúen redoblando sus esfuerzos para apoyar a los empresarios interesados en la tecnología”.

A1	Presidente Consejo Directivo	Actualmente subsidiara por medio de recursos propios y préstamos bancarios
A2	Rector de la Institución	Los clientes actuales son las familias o grupos familiares de estratos 3,4,5,6, mejorando el confort y rendimiento académico de los estudiantes
A3	Director Administrativo	Está de acuerdo con la ejecución del proyecto como visión ahorradora y con el fin de tener beneficios tributarios
A4	Gerente Operaciones (funcional)	Cuenta con la experiencia en proyectos energético solares
A5	Director del proyecto	De capacidad financiera se apalancan construyendo paso por paso apalancado por préstamos bancarios y recursos propios.
A6	Ingeniero Supervisor	Personal capacitado ampliamente para la ejecución del proyecto
A7	Analista QHSE	Se encargara del trabajo seguro y exige cumplir estrictamente la normas aplicables al proyecto
A8	Técnicos instaladores (4)	Personal calificado y apto para el montaje

*Construcción del autor*

## Evolución del sistema en el horizonte de tiempo

### Escenario 1: prosperidad democrática

*Tabla 81. Escenario 1: prosperidad democrática*

	NOMBRE	2017	2018	2019
V1	Nivel de demanda de KWh	crece proporcionalmente a la población	crece proporcionalmente a la población	crece proporcionalmente a la población
V2	Disponibilidad de sistemas solares	igual	igual	Igual
V3	Nivel de oferta de kit solares	crece proporcionalmente a la población	crece proporcionalmente a la población	crece proporcionalmente a la población
V4	Crecimiento de la necesidad energética	2,417,325	2,441,123	2,464,322
V5	Catástrofes naturales	igual	igual	Igual
V6	Requisitos de los clientes	igual	igual	Igual
V7	Capacidad financiera	Aumenta proporcionalmente al PIB	Aumenta proporcionalmente al PIB	Aumenta proporcionalmente al PIB

*Construcción del autor*

### Escenario 2: Crisis financiera

*Tabla 82. Escenario 2: crisis financiera*

	NOMBRE	2017	2018	2019
V1	Nivel de demanda de KWh	Decrece debido a fenómenos macroeconómicos	Decrece debido a fenómenos macroeconómicos	Decrece debido a fenómenos macroeconómicos
V2	Disponibilidad de sistemas solares	igual	igual	Igual
V3	Nivel de oferta de kit solares	crece proporcionalmente a la población	crece proporcionalmente a la población	crece proporcionalmente a la población

V4	Crecimiento de la necesidad energética	2,417,325	2,441,123	2,464,322
V5	Catástrofes naturales	igual	igual	Igual
V6	Requisitos de los clientes	igual	igual	Igual
V7	Capacidad financiera	Disminuye proporcionalmente al PIB	Disminuye proporcionalmente al PIB	Disminuye proporcionalmente al PIB

*Construcción del autor*

### Escenario 3: Catástrofe apocalíptica

	NOMBRE	2017	2018	2019
V1	Nivel de demanda de KWh	Decrece debido a fenómenos de catástrofes naturales	Incrementa levemente debido a reestructuración de ciudades	Incrementa levemente debido a reestructuración de ciudades
V2	Disponibilidad de sistemas solares	Crece debido a catástrofe natural	Crece debido a catástrofe natural	Se estabiliza debido a intervención del gobierno
V3	Nivel de oferta de kit solares	crece debido a fenómenos de catástrofes naturales	Incrementa levemente debido a reestructuración de ciudades	Incrementa levemente debido a reestructuración de ciudades
V4	Crecimiento de la necesidad energética	Decrece debido a fenómenos de catástrofes naturales	crece debido a fenómenos de catástrofes naturales	Se estabiliza debido a la adaptación
V5	Catástrofes naturales	Aumentan terremotos, erupciones volcánicas, y fenómenos climáticos	Aumentan terremotos, erupciones volcánicas, y fenómenos climáticos	Se estabilizan los fenómenos naturales
V6	Requisitos de los clientes	Desaparecen	Desaparecen	Empiezan nuevos requisitos
V7	Capacidad financiera	Decrece debido a fenómenos de catástrofes naturales	Decrece debido a fenómenos de catástrofes naturales	Incrementa levemente debido a reestructuración de ciudades

*Construcción del autor*

### Escenario 4: Población desbordada

Tabla 83. Escenario 4: población desbordada

	NOMBRE	2017	2018	2019
V1	Nivel de demanda de KWh	Crece proporcionalmente a la población	Crece proporcionalmente a la población	Crece proporcionalmente a la población
V2	Disponibilidad de sistemas solares	crece de acuerdo a las necesidades de ahorro energético	crece de acuerdo a las necesidades de ahorro energético	crece de acuerdo a las necesidades de ahorro energético
V3	Nivel de oferta de kit solares	crece debido a la políticas ambientales y la inversión en energías renovables	crece debido a la políticas ambientales y la inversión en energías renovables	crece debido a la políticas ambientales y la inversión en energías renovables
V4	Crecimiento de la necesidad energética	$2,417,325 + 10\% = 2,659,057$	$2,659,057 + 8\% = 2,871,782$	$2,871,782 + 5\% = 3,015,371$
V5	Catástrofes naturales	Igual	Igual	Igual
V6	Requisitos de los clientes	Igual	Igual	Igual

V7	Capacidad financiera	Disminuye proporcionalmente al PIB	Disminuye proporcionalmente al PIB	Disminuye proporcionalmente al PIB
----	----------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

*Construcción del autor*

## 6.9.5. Formato resolución de conflictos y gestión de Expectativas.

Proyecto: IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR EN COLEGIO "ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA" DE NEIVA		Componente: Plan de comunicaciones		Número de documento PC-GDC- XXX	
Proceso: Plan de comunicaciones		Cliente / Patrocinador: ASPAEN Gimnasio La Fragua / CORPADE	Fecha revisión: xxx	No. Revisión:	Página: 1 de 1
Propietario del proceso	Formato aprobado por:		Formato revisado por:		
Formato resolución de conflictos y gestión de Expectativas.					
Fecha de Aplicación: _____					
Nombre: _____					
Dirección de Área: _____		Área o Servicio: _____			
Puesto: _____					
Actividad principal que realizo en mi puesto:       _____					
descripción conflicto presentado					
<u>criticidad del conflicto</u> <div> <div>criticidad del conflicto</div> <div>para la realización de mi trabajo, es:</div> <div> <div>1</div> <div>( )</div> <div>2</div> <div>( )</div> <div>3</div> <div>( )</div> <div>4</div> <div>( )</div> </div> <div>Por lo que requiero centrar esfuerzan en:</div> <div> <div>área administrativa</div> <div>técnica</div> <div>operaciones</div> <div>Rh</div> <div>cual</div> </div> </div>					
<u>Calidad:</u> <div> <div>Capacidad para realizar el trabajo sin errores, en tiempo y en la cantidad requerida</div> <div> <div>Bueno</div> <div>( )</div> <div>Regular</div> <div>( )</div> <div>Deficiente</div> <div>( )</div> <div>No aplica</div> <div>( )</div> </div> <div>Por lo que requiero reforzar la calidad en</div> <div> <div>Mis actividades( )</div> <div>Calidad en el trato con compañeros( )</div> <div>otro cual:</div> </div> </div>					
<u>Motivación:</u> <div> <div>Capacidad para trabajar bien y compartir experiencias y conocimientos para alcanzar un estándar de excelencia para vencer obstáculos, riesgos calculados y metas establecidas por el área de trabajo.</div> <div> <div>Bueno</div> <div>( )</div> <div>Regular</div> <div>( )</div> <div>Deficiente</div> <div>( )</div> <div>No aplica</div> <div>( )</div> </div> <div>Por lo que requiero reforzar la motivación en:</div> <div> <div>En el trabajo ( )</div> <div>Motivación personal ( )</div> <div>otro cual:</div> </div> </div>					
<u>Servicio al usuario :</u> <div> <div>Capacidad para prestar un servicio a los usuarios (internos o externos), de manera cortés, diligente, oportuna y eficiente</div> <div> <div>Bueno</div> <div>( )</div> <div>Regular</div> <div>( )</div> <div>Deficiente</div> <div>( )</div> <div>No aplica</div> <div>( )</div> </div> <div>Por lo que requiero reforzar:</div> <div> <div>Rel. Interpersonales ( )</div> <div>Servicio de excelencia( )</div> <div>otro cual:</div> </div> </div>					
<u>Relaciones humanas:</u> <div> <div>Capacidad de establecer relaciones, crear y mantener contactos cordiales, cuya colaboración es necesaria para alcanzar los logros del área y en consecuencia de la Institución.</div> <div> <div>Bueno</div> <div>( )</div> <div>Regular</div> <div>( )</div> <div>Deficiente</div> <div>( )</div> <div>No aplica</div> <div>( )</div> </div> <div>Por lo que requiero reforzar:</div> <div> <div>Comunicación ( )</div> <div>Rel. Humanas ( )</div> <div>Rel. Humanas y trabajo ( )</div> <div>otro cual:</div> </div> </div>					
<u>Trabajo en equipo:</u> <div> <div>Capacidad de trabajar colaborando en grupos multidisciplinarios, capaz de entender y comprender a los demás, aportando y aceptando ideas de otros que conlleven a la culminación de objetivos</div> <div> <div>Bueno</div> <div>( )</div> <div>Regular</div> <div>( )</div> <div>Deficiente</div> <div>( )</div> <div>No aplica</div> <div>( )</div> </div> <div>Por lo que requiero reforzar:</div> <div> <div>Trabajo en equipo ( )</div> <div>Sensibilización ( )</div> <div>otro cual:</div> </div> </div>					
<u>Toma de decisiones:</u> <div> <div>Capacidad para elegir la acción más adecuada de entre varias opciones, que contribuyan al logro de metas y/o soluciones de problemas.</div> <div> <div>Bueno</div> <div>( )</div> <div>Regular</div> <div>( )</div> <div>Deficiente</div> <div>( )</div> <div>No aplica</div> <div>( )</div> </div> <div>Por lo que requiero reforzar:</div> <div> <div>Asertividad ( )</div> <div>Solución de conflictos ( )</div> <div>Negociación ( )</div> <div>otro:</div> </div> </div>					
<u>gestión de expectativas</u>					
<u>compromisos acordados por las partes</u>					



## 7. CONCLUSIONES

- Se realizaron los estudios Financiero, Ambiental y Técnico para la posible implementación del sistema de ahorro de energía eléctrica, donde se propuso como solución un sistema de Generación de energía Solar fotovoltaica, para el cual los resultados de los estudios demostraron la factibilidad de la implementación del proyecto en beneficio de la Institución en cuanto a:
  - o Retorno de Inversión debida al ahorro en los primeros 6 años y posteriores beneficios durante el resto de la vida útil de los equipos.
  - o Reducción en la huella de carbono del Colegio ya que de la cantidad de energía demandada por la Institución, por lo menos 30 KW serán generados con energía 100% libre de generación GEI, lo cual equivale a aproximadamente 9780 Kg CO<sub>2</sub>e / Año.
- La implementación del proyecto reducirá el impacto en el incremento en los costos de facturación del servicio de energía eléctrica debidos a la instalación de Aires acondicionados y construcción de nuevas infraestructuras, en una cantidad aproximada de 6000 KWh / mes, que representan alrededor de \$2´400.000 COP/mes.
- Se evaluaron diferentes alternativas para solucionar el problema del Aumento en los costos de energía eléctrica en la Institución. La mejor solución para mitigar tales impactos, es la Instalación de un sistema de generación solar fotovoltaica de tipo “Grid Tie” de mínimo 30KW.
- Se redactaron los diferentes planes de gestión para el proyecto haciendo uso de las buenas prácticas descritas en los Estándares del Project Management Institute (PMI), actividad en la cual se aplicaron los conocimientos adquiridos a lo largo de la especialización en Gerencia de Proyectos y cuyo producto servirá a al Colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua.

## ANEXOS

## Anexo 1: Cuadro de Cargas y Consumos del Colegio La Fragua

LOCALIZACION / Circuito	DESCRIPCION	CANT.	KWh x unidad	Consumo KWh	Horas /Dia	KWh/mes	TOTAL KWh MES
COCINA / REST							
	Congelador	1	0.81	0.81	24	427.68	
	Nevera	2	0.315	0.63	24	332.64	
	Bombillo tipo bala	22	0.0225	0.495	9	98.01	
	toma 110V	22	0.015	0.33	4	29.04	
	extractor	2	0.15	0.3	9	59.4	
	Ventilador techo	18	0.3375	6.075	9	1202.85	
	Horno	1	1.342	1.342	1	29.524	
CORREDORES							
	Bombillo ahorrador	40	0.0225	0.9	4	79.2	
	Toma 110V	16	0.015	0.24	0	0	
EXTERIOR							
C19-21-23	Lámpara 150 W	2	0.15	0.3	4	26.4	
	Luminarias	1	0.05	0.05	4	4.4	
	Bomba Hflow 3.6hp	1	2.409	2.409	8	423.984	
	Reflector	8	0.225	1.8	1	39.6	
C1-3-5	Motobomba 5 hp	1	2.409	2.409	8	423.984	
	Toma 110V	2	0.015	0.03	0	0	
SALON CLASES 1							
C1	Tomas 110V	3	0.015	0.045	1	0.99	
	Ventilador techo	4	0.3375	1.35	8	237.6	
	Bombillo tipo bala	2	0.0225	0.045	8	7.92	
SALON CLASES 2							
C2	Tomas 110V	6	0.015	0.09	1	1.98	
	Ventilador techo	4	0.3375	1.35	8	237.6	
	Bombillo tipo bala	2	0.0225	0.045	8	7.92	

<b>SALON CLASES 3</b>							
<b>C1-3, C12, C11</b>	Tomas 110V	3	0.015	0.045	1	0.99	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Bombillo tipo bala	4	0.0225	0.09	8	15.84	
	Aire Acond 36KBTU	1	2.8385	2.8385	8	499.576	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	<b>528.7612</b>
<b>SALON CLASES 4</b>							
<b>C3, C17</b>	Tomas 110V	6	0.015	0.09	1	1.98	
	Ventilador techo	4	0.3375	1.35	0	0	
	L. Fluoresc. Balasto	2	0.0576	0.1152	8	20.2752	
	Aire Acond 36KBTU	1	2.8385	2.8385	8	499.576	<b>521.8312</b>
<b>SALON CLASES 5</b>							
<b>C11, C2-4, C12,</b>	Tomas 110V	4	0.015	0.06	1	1.32	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Bombillo tipo bala	4	0.0225	0.09	8	15.84	
	Aire Acond 36KBTU	1	2.8385	2.8385	8	499.576	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	<b>529.0912</b>
<b>SALON CLASES 6</b>							
<b>C4, C16</b>	Tomas 110V	6	0.015	0.09	1	1.98	
	Ventilador techo	4	0.3375	1.35	0	0	
	L. Fluoresc. Balasto	2	0.0576	0.1152	8	20.2752	
	Aire Acond 36KBTU	1	2.8385	2.8385	8	499.576	<b>521.8312</b>
<b>SALON CLASES 7</b>							
<b>C13, C5-7</b>	Tomas 110V	4	0.015	0.06	1	1.32	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Bombillo tipo bala	4	0.0225	0.09	8	15.84	
	Aire Acond 36KBTU	1	2.8385	2.8385	8	499.576	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	<b>529.0912</b>
<b>BAÑO 1</b>							
<b>C17</b>	Bombillo ahorrador	10	0.0225	0.225	4	19.8	<b>19.8</b>

## 19.8

**976.1664**

**141.878**

**572.2508**

**527.5952**

**527.5952**

C6, C7	Toma 110V	4	0.015	0.06	1	1.32	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Bombillo tipo						
	bala	4	0.0225	0.09	8	15.84	
	Aire 36000 BTU	1	2.83	2.83	8	498.08	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	
SALON CLASES							
10							
C8, C9-11	Toma 110V	5	0.015	0.075	1	1.65	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Bombillo tipo						
	bala	4	0.0225	0.09	8	15.84	
	Aire 36000 BTU	1	2.83	2.83	8	498.08	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	
							527.9252
SALA CONSULTA	Toma 110V	7	0.015	0.105	4	9.24	
	Ventilador techo	0	0.3375	0	0	0	
	L. Fluoresc.						
	Balasto	6	0.0576	0.3456	4	30.4128	
	Aire 36000 BTU	1	2.83	2.83	4	249.04	
	Computadores	12	0.17	2.04	4	179.52	
							468.2128
SALA SISTEMAS							
C4,C5,C6,C7, C2,	Toma 110V						
	regulada	25	0.015	0.375	4	33	
C1-3	Bombillo tipo						
	bala	9	0.0225	0.2025	4	17.82	
	Aire 36000 BTU	1	2.83	2.83	4	249.04	
	UPS	1	0.075	0.075	4	6.6	
	Computadores	25	0.17	4.25	4	374	
							680.46
OF.							
ADMINISTRAT							
C8, C9, C10, C5-7	Toma 110V	8	0.015	0.12	8	21.12	
	L. Fluoresc.						
	Balasto	6	0.0576	0.3456	10	76.032	
	UPS	1	0.075	0.075	10	16.5	
	Aire 24000 BTU	1	1.935	1.935	10	425.7	
	Fotocop /						
Impresora	1	0.48	0.48	1	10.56		
							1024.232

	Pica.Papel	1	0.37	0.37	0	0	
	Computadores	6	0.17	1.02	8	179.52	
	Cafetera	1	0.7	0.7	2	30.8	
	Nevera	0	0.315	0	0	0	
	Estación Agua	1	0.5	0.5	24	264	
OF. GERENCIA							
C9, C10, C2-4, C7	Toma 110V	4	0.015	0.06	10	13.2	
	Bombillo						
	ahorrador	5	0.0225	0.1125	10	24.75	
	Aire 8000 BTU	1	0.8	0.8	10	176	
	Computador Port	1	0.09	0.09	10	19.8	
							186.56
OF. AUXILIAR							
C6,C7,C1-3	Toma 110V	6	0.015	0.09	4	7.92	
	Bombillo						
	ahorrador	4	0.0225	0.09	4	7.92	
	Aire 8000 BTU	1	0.8	0.8	8	140.8	
	Computadores	2	0.17	0.34	4	29.92	
	Impresora	1	0.49	0.49	0	0	
							186.56
RECTORIA / BAÑO							
C5,C6,C7,C1-3	Toma 110V	8	0.015	0.12	0.2	0.528	
	Bombillo tipo						
	bala	10	0.0225	0.225	8	39.6	
	Aire 18000 BTU	1	1.51	1.51	8	265.76	
	Computador	1	0.19	0.19	8	33.44	
	Impresora	1	0.49	0.49	0.1	1.078	
	TV	1	0.1404	0.1404	0.1	0.30888	340.71488
BAÑO ADMIN							
C9	Tomas 110V	1	0.015	0.015	1	0.33	
	Bombillo						
	ahorrador	1	0.0225	0.0225	1	0.495	
							0.825
SALON CLASES							
11							
C8, C9, C10, C2-4	Tomas 110V	8	0.015	0.12	1	2.64	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	584.0384

	L. Fluoresc.						
	Balasto	7	0.0576	0.4032	8	70.9632	
	Aire 36000 BTU	1	2.83	2.83	8	498.08	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	
<b>SALON CLASES</b>							
<b>12</b>							
<b>C18, C9-11</b>	Tomas 110V	6	0.015	0.09	1	1.98	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Bombillo tipo						
	bala	4	0.0225	0.09	8	15.84	
	Aire 36000 BTU	1	2.83	2.83	8	498.08	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	
							<b>528.2552</b>
<b>SALON CLASES</b>							
<b>13</b>							
<b>C22, C10-12</b>	Tomas 110V	3	0.015	0.045	1	0.99	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Bombillo tipo						
	bala	4	0.0225	0.09	8	15.84	
	Aire 36000 BTU	1	2.83	2.83	8	498.08	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	
							<b>527.2652</b>
<b>SALON CLASES</b>							
<b>14</b>							
<b>C20, C13-15</b>	Tomas 110V	4	0.015	0.06	1	1.32	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Bombillo tipo						
	bala	4	0.0225	0.09	8	15.84	
	Aire 36000 BTU	1	2.83	2.83	8	498.08	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	
							<b>527.5952</b>
<b>SALON CLASES</b>							
<b>15</b>							
<b>C23, C14-16</b>	Tomas 110V	4	0.015	0.06	1	1.32	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Bombillo tipo						
	bala	4	0.0225	0.09	8	15.84	
	Aire 36000 BTU	1	2.83	2.83	8	498.08	
	TV	1	0.1404	0.1404	4	12.3552	
							<b>527.5952</b>

<b>LAB. FISICA</b>							
<b>C7, C8, C9</b>	Tomas 110V	16	0.015	0.24	2	10.56	
	Bombillo ahorrador	1	0.0225	0.0225	1	0.495	
	L. Fluoresc.						
	Balasto	2	0.0576	0.1152	2	5.0688	
	Ventilador techo	1	0.3375	0.3375	2	14.85	
				0		0	<b>30.9738</b>
<b>LAB. QUIMICA</b>							
<b>C6, C7, C1-3</b>	Tomas 110V	4	0.015	0.06	2	2.64	
	Bombillo ahorrador	0	0.0225	0	0	0	
	L. Fluoresc.						
	Balasto	2	0.0576	0.1152	2	5.0688	
	Ventilador techo	2	0.3375	0.675	0	0	
	Aire 24000 BTU	1	1.935	1.935	2	85.14	
							<b>92.8488</b>
<b>PAPELERIA</b>							
<b>C10, C11</b>	Tomas 110V	2	0.015	0.03	8	5.28	
	L. Fluoresc						
	Balasto	1	0.0576	0.0576	8	10.1376	
	Fotocopiadora	2	0.9	1.8	4	158.4	
							<b>173.8176</b>
<b>DEPOSITO</b>							
<b>C10, C11</b>	Tomas 110V	1	0.015	0.015	0	0	
	L. Fluoresc						
	Balasto	2	0.0576	0.1152	4	10.1376	
							<b>10.1376</b>
<b>CUARTO AUX</b>							
<b>C2,C4</b>	Tomas 110V	4	0.015	0.06	2	2.64	
	Bombillo tipo bala	2	0.0225	0.045	4	3.96	
							<b>6.6</b>
<b>OF. ESTUDIANTES</b>							
<b>C2-4, C10,C11</b>	Toma 110V	2	0.015	0.03	4	2.64	
	L. Fluoresc.						
	Balasto	1	0.0576	0.0576	4	5.0688	
	Aire 14000 BTU	1	1.2	1.2	4	105.6	
	Computadores	3	0.17	0.51	4	44.88	<b>160.3448</b>



	Impresora	1	0.49	0.49	0.2	2.156	
<b>OF. AUXILIAR</b>							
<b>C10, C11, C5-7</b>	Toma 110V	3	0.015	0.045	8	7.92	
	L. Fluoresc.				8		
	Balasto	1	0.0576	0.0576		10.1376	
	Aire 14000 BTU	1	1.2	1.2	8	211.2	
	Computadores	2	0.17	0.34	8	59.84	
							<b>289.0976</b>
<b>SALA PROFESORES / Baño</b>							
	Toma 110V Reg	25	0.015	0.375	10	82.5	
	Toma 110V	29	0.015	0.435	10	95.7	
	Aire 24000 BTU	2	1.935	3.87	10	851.4	
	Aire 14000 BTU	4	1.2	4.8	10	1056	
	Computadores	20	0.09	1.8	8	316.8	
	Bombillo tipo bala	22	0.0225	0.495	10	108.9	
	Cafetera	1	0.7	0.7	4	61.6	
	Estación Agua	1	0.5	0.5	24	264	
	Nevera	1	0.315	0.315	0	0	
	Fotocop / Impresora	1	0.48	0.48	2	21.12	
							<b>2858.02</b>
<b>SALON CLASES 16</b>							
<b>C6, C5</b>	Toma 110V	2	0.015	0.03	1	0.66	
	L. Fluoresc.				8		
	Balasto	4	0.0576	0.2304		40.5504	
	Ventilador pared	6	0.3375	2.025	8	356.4	
							<b>397.6104</b>
<b>SALON CLASES 17</b>							
<b>C6, C5</b>	Toma 110V	3	0.015	0.045	1	0.99	
	L. Fluoresc.				8		
	Balasto	4	0.0576	0.2304		40.5504	
	Ventilador pared	3	0.3375	1.0125	8	178.2	
							<b>219.7404</b>
<b>AUDITORIO</b>							
<b>C1, C2, C4, C5, C2.4</b>	Toma 110V	16	0.015	0.24	0.4	2.112	<b>64.526</b>

<b>c5-7, C 6-8</b>	Toma 110V reg	20	0.015	0.3	0.25	1.65	
	Bombillo tipo						
	bala	16	0.0225	0.36	0.25	1.98	
	Aire 18000 BTU	4	1.51	6.04	0.4	53.152	
	Proyector	1	0.52	0.52	0.4	4.576	
	Eq. Sonido	1	0.12	0.12	0.4	1.056	
<b>SALON CLASES 18</b>							
<b>C8, C9</b>	Toma 110V	3	0.015	0.045	1	0.99	
	L. Fluoresc.						
	Balasto	4	0.0576	0.2304	8	40.5504	
	Ventilador pared	4	0.3375	1.35	8	237.6	
							<b>279.1404</b>
<b>SALON CLASES 19</b>							
<b>C9, C10</b>	Toma 110V	3	0.015	0.045	1	0.99	
	L. Fluoresc.						
	Balasto	4	0.0576	0.2304	8	40.5504	
	Ventilador pared	4	0.3375	1.35	8	237.6	
							<b>279.1404</b>
<b>SALON CLASES 20</b>							
<b>C9, C10</b>	Toma 110V	3	0.015	0.045	1	0.99	
	L. Fluoresc.						
	Balasto	4	0.0576	0.2304	8	40.5504	
	Ventilador pared	3	0.3375	1.0125	8	178.2	
							<b>219.7404</b>
<b>BAÑOS 2</b>							
	Bombillo						
	ahorrador	8	0.0225	0.18	1	3.96	
	Toma 110V	4	0.015	0.06	0	0	
							<b>3.96</b>
<b>ORATORIO</b>	No requiere PV						
<b>PORTERIA</b>	No requiere PV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>COLISEO</b>	No require PV						

## Anexo 2. Matriz Análisis PESTLE

ANÁLISIS DE ENTORNO (PESTLE) SISTEMA DE GENERACION ENERGIA SOLAR PV, COLEGIO "LA FRAGUA"													
COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL FACTOR EN EL ENTORNO DEL PROYECTO	FASE DE ANÁLISIS					NIVEL DE INCIDENCIA					DESCRIBA COMO INCIDE EN EL PROYECTO
			I	P	Im	C	Cr	Mn	N	I	P	Mp	
Político	Relaciones de poder	Influencia de Electrohuila	x	x						x			proveedor del servicio de energía eléctrica pone objeciones a la realización del proyecto.
	Políticas que regulan el sector en el que se desarrolla el proyecto.	Regulaciones para generación de energía no convencional es reciente y poco conocida a nivel local	x	x			x			x			Demoras en la adquisición de permisos por parte del ente local de regulación o del proveedor local de energía eléctrica para la conexión de los sistemas PV a la red en caso de ser necesario. Sin embargo el proyecto puede ser indiferente para los mismos entes por lo cual podría no ser necesario la adquisición de permisos.
	Políticas que regulan el sector en el que se desarrolla el proyecto.	Inestabilidades del sistema tributario en el País	x	x	x	x	x		x				El sistema tributario en Colombia sufre constantes reformas que eventualmente pueden cambiar las condiciones con las que se evaluó la factibilidad del mismo.
Económico	Volúmenes Flujos e Infraestructura de producción	EL mercado de Generación solar PV en Colombia es reciente y no hay mucha oferta de productos y servicios	x	x	x			x					La poca oferta de productos y servicios genera altos costos de los equipos de generación de energía solar fotovoltaica. Factor determinante para el éxito del proyecto y podría impactar el tamaño del proyecto.
	Estructura de la propiedad	El predio donde se ubica el Colegio es suficientemente grande al igual que el área efectiva de los tejados.	x	x							x		El área que se requiere para la instalación de los equipos es suficiente para el montaje del proyecto y no interfiere con otras áreas de la Institución educativa.
	Inflación, Tasa de cambio y tasas de Interés	Variación en las tasas de interés o aumento de la Inflación		x	x	x			x				La Variación en las tasas de Interés, Tasa de cambio e Inflación pueden causar variaciones con respecto al análisis de Factibilidad que podrían afectar el control presupuestal o el tamaño del Proyecto.
Social	Expectativas de la Comunidad	Interés por parte de directivos y padres de familia del Colegio en la implementación del proyecto	x									x	Directivos del colegio apoyan la iniciativa del proyecto debido al ahorro que les puede presentar
	Expectativas de la Comunidad	Preocupación de la Junta administrativa de la institución por los costos del proyecto	x	x	x				x				El alto costo inicial o el mantenimiento de los equipos y sistemas de generación por energía solar PV necesarios para la implementación del proyecto podría modificar el tamaño o la ejecución del mismo.
	Identidad	Mejora de la imagen corporativa o reputación del Colegio y consecuentemente el sentido de pertenencia de sus integrantes		x		x						x	La Implementación y el uso de sistemas de generación de energía alternativa daría al colegio una posición Vanguardista dado que sería el primer Colegio del Municipio en implementar sistemas de este tipo y su imagen Corporativa debido a la inclusión de elementos sostenibles en su infraestructura.
	Seguridad	Delincuencia común		x	x			x					La Ubicación del Colegio en un área Rural facilita el hurto de los equipos y materiales expuestos como paneles solares, Cableado o estructuras de soporte.
	Cultural / Arraigo	Costumbres y Celebraciones de la comunidad		x	x				x				Durante los meses de Junio y Diciembre pueden surgir Problemas de manejo del personal y riesgos de seguridad vial debido al arraigo que tienen los habitantes de la ciudad a las Celebraciones de las festividades de San Pedro en Junio y de Año Nuevo en Diciembre por lo que pueden esperarse retrasos en la ejecución, cierres de Vías o Incremento en las incapacidades del personal ejecutor y un aumento súbito en los precios del transporte de personas y materiales.
Tecnológico	Tecnología disponible	Tecnología en Colombia es muy reciente		x	x				x				En Colombia y en Neiva, los costos de equipos de generación solar PV son muy altos debido a la escases en la oferta de productos y servicios de este tipo. Es un mercado muy reciente.
Legal	Legislación en proceso o proyecciones que podrían afectar el proyecto	Ley 1715 de 2014 para promover proyectos de generación de energía renovable no convencional (ERNCC)		x	x	x						x	La ley 1715 de 2014 incentiva proyectos de generación de energía renovable no convencional (solar, eólica, biomasa) mediante incentivos tributarios y acceso a fuentes de financiación a largo plazo con periodos de gracia con entes estatales (Findeter) y organismos internacionales (BID, Bancolombia), lo cual incrementa la factibilidad de los proyectos ERNCC.
Ambiental	Clima	Brillo Solar en el Municipio de Neiva	x	x								x	El brillo solar y la Irradiación de la ciudad de Neiva de 6 hr/día y 4.5 Kwh/m2 respectivamente favorecen el proyecto puesto que el tamaño (Cantidad de paneles), costo y eficiencia para generar la cantidad de electricidad requerida es menor que en otras latitudes.
	Geología	Fallas / Sismicidad / Amenazas Naturales		x					x				la localización del proyecto se encuentra en una zona de alta actividad sísmica (2.5 a 3 G) por lo que la infraestructura del proyecto tiene posibilidad de afectación por actividad sísmica.

### Anexo 3. Formato análisis de riesgos (PR-GDR-01)

PR-GDR-01-C_ANALISIS DE RIESGOS DEL PROYECTO														
No.	RIESGO	ANALISIS CUALITATIVO						ANALISIS CUANTITATIVO						
		TIPO	CATEGORÍA	PROB INICIAL	IMPACTO	CPR	SEVERIDAD	VALOR EN RIESGO	VME (valor económico esperado)	ESTRATEGIA RESPUESTA	PLAN RESPUESTA	COSTO CONTINGENCIA	PROB. FINAL	IMPACTO FINAL
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														

### Anexo 4. Formato Registro de Riesgos (PR-GDR-02)

PR-GDR-02_Registro de Riesgos					
No.	RIESGO	MATRIZ DE EVALUACIÓN CUALITATIVA			
		PROBABI-LIDAD	IMPACTO	RIESGO	SEVERIDAD
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

## Anexo 5. Formato PR-SC-05 Bitácora de Actividades

[illegible]

## Anexo 6 A. Formato Auditoria de Calidad GR-GDQ-06A

AUDITORIA DE CALIDAD							Componente: Plan de Gestión de Calidad					
Proyecto: IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR EN EL COLEGIO "ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA" DE NEIVA							Número de documento:					
Proceso: Gestión de Calidad							PR-GDC-06-1					
Cliente / Patrocinador: ASPAEN Gimnasio La Fragua / CORPADE												
Proyecto del proceso: Analista HSEQ		Formato aprobado por: GDP		Formato revisado por: Director del Proyecto		Fecha Revisión: 31-mar-17		No. Revisión: 1	Page: 1 de 1			
Fecha: Nombre Auditor: Director de Proyecto:												
CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES												
ACTIVIDAD	ENTREGABLE	Actividades de Calidad	Registro y Verificación	EVIDENCIA	Responsables	CONFORMIDAD			Evidencia conforme		RNC No.	FECHA
						CUMPLE	PARCIALMENTE	NO CUMPLE	SI	NO		
Adquirir Equipos	Realizar Desembolso Inicial para adquisición de Equipos.	- Reunión con el contratista para confirmar que las especificaciones técnicas de los equipos y materiales a utilizar, corresponden a los de la oferta. - Verificar disponibilidad de recursos e insumos para fijar la fecha de inicio. - Verificar las competencias del personal Ejecutor. - Acordar las cantidades de equipo, materiales e insumos que se requieren.	Acta de la reunión.	Acta Firmada por el Director del proyecto, el representante del contratista y el representante del cliente.	Director del Proyecto	X						
Transporte de equipos, estructura, materiales e insumos eléctricos.	Entrega de equipos y materiales en el sitio del proyecto.	- Verificar que los equipos, materiales e insumos enviados corresponden con las cantidades acordadas y que cumplen con las especificaciones técnicas, certificados de Calidad y Garantía del Fabricante. - Realizar pruebas preliminares de funcionamiento de los equipos. - Reunión para firma del acta de Inicio de Actividades.	- Lista de verificación de equipos y materiales. - Certificados de Garantía. - Reporte de no conformidad (RNC) para equipos con prueba fallida o fuera de especificaciones. - Acta de inicio de actividades.	- Listas de verificación firmadas. Actas y RNC firmados por DP y Contratista. - Certificados de Garantía por cada equipo. Deben especificar Números de serie y condiciones de Garantía.	Director del Proyecto Ingeniero Ejecutor			X				
Adecuar espacios	Espacios adecuados	- Verificar las condiciones iniciales de los espacios antes y después de la actividad.	- Informe con Registro fotográfico antes y después de la actividad. - RNC si hay afectaciones a la propiedad.	- Informe y RNC firmados por DP y contratista.	Contratista ejecutor Analista de Calidad		X					
Montar de Estructuras de Soporte y marcos para paneles.	Estructura de soporte montada	- Realizar prueba de esfuerzo y resistencia de la estructura.	- Informe y registro fotográfico de la prueba.	- Soportar Peso equivalente al del los paneles solares +50% por 24 hr.	Contratista ejecutor Analista de Calidad	X						
Instalar Paneles Solares	Paneles solares instalados	- Realizar prueba de circuito abierto y corto circuito.	- Registro de VOC e ISC de los paneles. - RNC si prueba falla.	- Parámetros en tolerancia según especificaciones.	Contratista Ejecutor	X						
Tender Cableado /Instalar ductería y Tomas eléctricas/ Resanes	Ductería y cableado tendido hasta el inversor. Resane de estructuras aprobado a cliente	- Verificar condiciones antes y después de los espacios.	- Informe y registro fotográfico. - RNC si hay afectaciones a la propiedad.	- Informe y RNC firmados por DP y contratista.	Contratista Ejecutor Analista de Calidad	X						
Montar e instalar Inversor y demás equipos requeridos.	Inversor / regulador instalado y operativo	- Verificar correcto funcionamiento del Inversor según especificaciones del fabricante.	- Medir Voltaje de salida. - RNC si prueba falla.	Formatos de prueba de conformidad firmados por el Ejecutor y aceptados por el cliente.	Contratista Ejecutor Analista de Calidad.	X						
Modificaciones y adaptaciones del tablero eléctrico	Tablero eléctrico modificado para la nueva configuración y operativo para la red existente en la Institución.	- Verificar funcionamiento Normal del Tablero. - Verificar que el tablero se adapta a la conexión del Sistema PV. - Verificar conformidad con RETIE.	- Registro Fotográfico. - Diagrama esquemático con la modificación implementada y aprobado por la autoridad competente.	- Formato de conformidad firmados y aceptados. - Registro fotográfico y diagrama adjuntos. - Prueba de aislamiento >500 Mohm o según especificaciones RETIE. - Continuidad de línea a tierra <1 Ohm o según especificaciones RETIE.	Contratista Ejecutor Analista de Calidad	X						
Conexión de Inversor y puesta a tierra.	Inversor conectado, operativo y protecciones instaladas según RETIE.	- Identificar posibles riesgos de seguridad y calidad (afectaciones a personas, terceros o a la propiedad) - Verificar instalaciones según RETIE por Inspector Externo. - Solicitar asesoría de expertos si es necesario.	- Análisis de riesgos de seguridad y Calidad. - Auditoría e inspección de la instalación. - Informe de acciones correctivas y mejoras.	- Formato de Análisis de Riesgos firmado por todos los involucrados. - Formato de conformidad RETIE aprobado por inspector externo. - Evidencia de acciones correctivas implementadas.	Contratista Ejecutor Analista de Calidad Auditor Externo (RETIE)	X						
pruebas de funcionamiento y monitoreo	Sistema totalmente Operativo.	- Realizar pruebas de Carga. - Realizar prueba de Interrupción del servicio comercial. - Realizar otras pruebas especificadas en la propuesta del contratista.	- Informe de pruebas realizadas, registro fotográfico y medición de parámetros.	- Parámetros en tolerancia de acuerdo a las especificaciones. - Informe de pruebas aceptado por el Representante del Cliente.	Contratista Ejecutor. Analista de Calidad. Auditor Externo (RETIE)	X						
Entrega del Sistema	Instructivo de operación y mantenimiento. Espacios de la propiedad en condiciones conformes.	- Instruir al cliente o su delegado en los procedimientos para el funcionamiento, Operación y mantenimiento de los equipos y del sistema en General. - Realizar las reparaciones de aquellos daños causados durante la ejecución.	- Acta de finalización de actividades. - Manuales y documentación de los equipos. - Certificado de Garantía de fabricante de los Equipos. - Certificado de Garantía del trabajo del Contratista. - Condiciones de Garantía. - Contrato de servicio posventa. - Registro fotográfico Antes y después de los trabajos. - Reunión de los interesados para evaluar el desempeño del proyecto.	- Manuales entendidos y aceptados por el Cliente o su representante. - Certificados de Garantía Firmados por el Proveedor. - Contrato servicio posventa firmado por las partes. - Acta e informe de entrega de espacios aceptada por el cliente. - Acta de finalización de actividades firmada por las partes. - Informe de no conformidades y de acciones aprendidas.	Director del Proyecto. Contratista Ejecutor.	X						
Monitorear la Operación del sistema	N/A	- Registrar información de Facturación del servicio de energía eléctrica. - Diligenciar Formato de Seguimiento de la Operación del sistema. - Registrar fallas del sistema y llamados a servicio técnico.	Formato de seguimiento de la Operación.	Parámetros dentro de lo establecido por las metas de Calidad.	Delegado del Cliente.							
Realizar Mantenimientos trimestrales.	Informe de Mantenimiento	- Verificar cumplimiento de los procedimientos. - Correctivos realizados.	- Acta de recibo del servicio.	- Parámetros dentro de Tolerancia.	Contratista de Mantenimiento.							

## Anexo 6b. Reporte de no Conformidad PR-GDC-05-3

Reporte de No Conformidad				Componente: Plan de Gestión de Calidad		
Proyecto: IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR EN EL COLEGIO "ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA" DE NEIVA				Número de documento:		
Proceso:		Cliente / Patrocinador:		PR-GDC-05-3		
Gestión de Calidad		ASPAEN Gimnasio La Fragua / CORPADE				
Propietario del proceso:		Formato aprobado por:		Fecha Revisión		No. Revisión
Analista HSEQ		GDP		31-mar-17		1
		Director del Proyecto		Page:		1 de 1
"Cualquier involucrado (directivo, del equipo de trabajo o contratista) está en capacidad de reportar una no conformidad que represente un riesgo al éxito integral del proyecto"						
Nombre:				CÓDIGO ACTIVIDAD:		REPORTE DE NO CONFORMIDAD
Cédula:				DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD:		No. RNC #
Cargo:				ACTIVIDAD DE CALIDAD:		0
No conformidad debida a:				Procedimiento no seguido		FECHA:
(Marque con x)				Indicador / parámetro fuera de control		
Auditoria				Material no conforme		
Riesgo Identificado				Personal no Competente o falta de entrenamiento		
Documentación incompleta						
Inconformidad del Cliente (Sponsor)						
Fuera de tolerancia / especificaciones						
Tiempo perdido						
Inconformidad del contratista						
HALLAZGO / NO CONFORMIDAD IDENTIFICADO:						
SOLUCIÓN INMEDIATA:						
ACCIÓN DE MEJORA PARA SOLUCIÓN PERMANENTE:				Requiere Gestión de Cambio: SI NO		
				Solicitud de Cambio No.		
				Fecha Solicitud:		
QUIEN REPORTA:		RECIBIDO ANALISTA HSEQ		DIRECTOR DEL PROYECTO (NOTIFICADO)		
Nombre y firma		Nombre y Firma		Nombre y Firma		
Cargo:		Cargo:		Cargo:		
Fecha:		Fecha:		Fecha:		
ESTADO RNC		EVIDENCIA Y CIERRE:				
Abierto:		En trámite de Gestión de Cambio:		Fecha de cierre:		
Cerrado:		En trámite por contratista:		Evidencia adjunta: (Anexe copia de la evidencia o el link de acceso si es medio magnético)		
				Nombre y Cargo de quien Cierra RNC:		

## Anexo 6C. Trazabilidad de Hallazgos y no conformidades (PR-GDQ-05-2)

[illegible]

## Anexo 6D. Formato Investigación Causa Raíz. (PR-GDQ-05-4)

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ				Componente: Plan de Gestión de Calidad		
Proyecto: IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR EN EL COLEGIO "ASPAEN GIMNASIO LA FRAGUA" DE NEIVA				Número de documento:		
Proceso:		Cliente / Patrocinador:		PR-GDC-05-4		
Gestión de Calidad		ASPAEN Gimnasio La Fragua / CORPADE				
Propietario del proceso:		Formato aprobado por:		Fecha Revisión		No. Revisión
Analista HSEQ		GDP		31-mar-17		1
		Formato revisado por:		Page:		1 de 1
		Director del Proyecto				
1. DESCRIPCIÓN DEL EVENTO / NO CONFORMIDAD						
EQUIPO INVESTIGADOR				DESCRIPCIÓN DEL EVENTO / NO CONFORMIDAD		
Nombre: _____ Cargo: _____ Rol: Líder del Equipo investigador				RNC#: _____		
Nombre: _____ Cargo: _____ Rol: Experto en la materia				Descripción: _____		
Nombre: _____ Cargo: _____ Rol: _____						
Nombre: _____ Cargo: _____ Rol: _____						
2. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (diagrama causa - efecto) : escriba las posibles causas y sub causas según la categoría, puede adjuntar diagrama personalizado si se requiere mas espacio						
FACTORES CAUSALES						
1. PERSONAS		2. EQUIPOS		3. ENTORNO		4. MATERIALES
1.1. _____		2.1. _____		_____		_____
1.1.1. _____		2.1.1. _____		_____		_____
1.1.2. _____		2.1.2. _____		_____		_____
1.1.3. _____		2.1.3. _____		_____		_____
1.2. _____		2.2. _____		_____		_____
1.2.1. _____		2.2.1. _____		_____		_____
1.2.2. _____		2.2.2. _____		_____		_____
1.2.3. _____		2.2.3. _____		_____		_____
1.3. _____		2.3. _____		_____		_____
1.3.1. _____		2.3.1. _____		_____		_____
1.3.2. _____		2.3.2. _____		_____		_____
1.3.3. _____		2.3.3. _____		_____		_____
EFFECTO						
evento pobre calidad: _____						
5. PROCEDIMIENTOS / PROCESOS						
5.1. _____		6. MATERIALES		6. OTROS:		8. OTROS
5.1.1. _____		_____		_____		_____
5.1.2. _____		_____		_____		_____
5.1.3. _____		_____		_____		_____
5.2. _____		_____		_____		_____
5.2.1. _____		_____		_____		_____
5.2.2. _____		_____		_____		_____
5.2.3. _____		_____		_____		_____
5.3. _____		_____		_____		_____
5.3.1. _____		_____		_____		_____
5.3.2. _____		_____		_____		_____
5.3.3. _____		_____		_____		_____
5.3.4. _____		_____		_____		_____
5.3.5. _____		_____		_____		_____
3. DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAÍZ: Explique cómo la causa raíz contribuyó a la ocurrencia de la no conformidad ( los 3-que?)						
1. Que causó la no conformidad?: (la causa raíz)						
2. Qué no se hizo para que el factor causal se manifestara?						
3. Qué prevendría que el factor causal se manifestara?						
Relate la secuencia de eventos que llevaron a la no conformidad:						
ANEXOS / REGISTRO FOTOGRAFICO / EVIDENCIAS (Adjunte aquí evidencias, fotografías o cualquier otro material objeto de la investigación. Adjunte más hojas si se requiere)						
4. PLAN DE ACCIÓN: Enumere las acciones para evitar la repetición, asigne responsables y fechas de cierre						
ACTIVIDAD		RESPONSABLE		CARGO	TELÉFONO	EMAIL
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						



## REFERENCIAS

- A. Gimnasio La Fragua. (s.f.). *Historia*. Obtenido de <http://www.lafragua.edu.co/historia-7>
- Arpal Alu. (2017). *Contacto*. Recuperado el 9 de Junio de 2017, de El ciclo del Reciclaje del Aluminio: <http://aluminio.org/?p=826>
- ASAPEN, G. La Fragua. (s.f.). *Estrategia de Formación*. Obtenido de <http://www.lafragua.edu.co/estrategia-de-formaci%C3%B3n-2>
- ASPAEN. (s.f.). *EFQM*. Obtenido de Modelo de Excelencia - Mapa de Objetivos estrategicos: <http://www.lafragua.edu.co/efqm-7>
- ASPAEN, G. La Fragua. (s.f.). *MISION*. Obtenido de <http://www.lafragua.edu.co/misi%C3%B3n-18>
- ASPAEN, G. La Fragua. (s.f.). *VISION*. Obtenido de <http://www.lafragua.edu.co/visi%C3%B3n-0>
- Bahajan, B. (2012). Negative impact of solar energy. *Sustainable development and climate change*. Recuperado el 9 de Junio de 2017
- Banco de la República. (9 de Noviembre de 2017). *Información de Portafolio*. (B. d. República, Ed.) Obtenido de Elecciones Trump y Riesgos Fiscales Agitan el Cierre del Año en los Mercados: <http://www.banrep.gov.co/economia/dsbb/emisor-prensa.pdf>
- CCB. (2012). *Herramienta de Cálculo Huella de Carbono a Nivel Sectorial, Factores de Emisión*. Bogotá: Camara de COmercio de Bogotá - CAEM.
- CEPAL. (14 de Diciembre de 2017). *Desarrollo Económico, Comunicados de Prensa*. Recuperado el 14 de 12 de 2017, de Economías de America Latina y el Caribe tendrán moderada recuperación en 2018 y cerrarán en 2.2%: <https://www.cepal.org/es/comunicados/economias-america-latina-caribe-tendran-moderada-recuperacion-2018-creceran-22>
- Corficolombiana. (2016). *Corporacion Financiera Colombiana S.A.* Obtenido de Proyecciones Económicas: <https://www.corficolombiana.com/wps/portal/corficolombiana/web/inicio/analisis-mercados/investigaciones-economicas/proyecciones-economicas>

- Data IFX. (Jul de 2017). *Noticias*. Obtenido de Gobierno Aumentó proyección del precio del Dólar para 2017 y 2018: <http://www.dataifx.com/noticias/gobierno-aument%C3%B3-proyecci%C3%B3n-del-precio-del-d%C3%B3lar-para-2017-y-2018>
- Eco2Site. (9 de Ago de 2003). *Los impactos ambientales de las energías renovables*. Recuperado el 10 de Junio de 2017, de Eco Site: [www.eco2site.com](http://www.eco2site.com)
- Electronics Recyclers International (ERI). (s.f.). *ERI*. Recuperado el 9 de Jun de 2017, de <https://eridirect.com/e-waste-solutions/>
- Electronics Takeback Coalition. (25 de Junio de 2014). *Uploads*. Recuperado el 9 de Junio de 2017, de [http://www.electronicstakeback.com/wp-content/uploads/Facts\\_and\\_Figures\\_on\\_EWaste\\_and\\_Recycling.pdf](http://www.electronicstakeback.com/wp-content/uploads/Facts_and_Figures_on_EWaste_and_Recycling.pdf)
- Felval S.A. Colsunting Group. (Mayo de 2017). *Concesiones Eléctricas*. Recuperado el 9 de Junio de 2017, de <http://felval.cl/el-reciclaje-de-paneles-fotovoltaicos-permite-recuperar-el-88-de-sus-materiales/>
- Fernandez Muerza, A. (27 de Marzo de 2013). *Eroski Consumer, el diario del consumidor*. Recuperado el 9 de Junio de 2017, de Reciclaje de Acero, seis cuestiones que no sabías.: [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2013/03/27/216265.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2013/03/27/216265.php)
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (s.f.). *Metodología de la Investigación* (5 ed.). México DF, México: McGraw Hill.
- IDEAM. (2014). *Tiempo y Clima*. Obtenido de Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/1Sitios+turisticos2.pdf/cd4106e9-d608-4c29-91cc-16bee9151ddd>
- Ing. Gonzalez Garcia Oscar. (2016). *PROYECTO AUMENTO POTENCIA SUBESTACIÓN LA FRAGUA*. Colegio Aspaen Gimnasio La Fragua, NEIVA. Recuperado el Marzo de 2017
- J. Pascualino, C. M. (2015). "The environmental impacts of Eolic and solar energy implementation in the Colombian Caribe. *Prospect*, Vol 13, 70. Recuperado el 8 de Junio de 2017
- Kim, P. G. (s.f.). Ciclo de Vida de los paneles fotovoltaicos. (U. Grupo de Estudios sobre Energía, Ed.) *TU & E*, 24. Recuperado el 8 de Junio de 2017
- Ministerio del Medio Ambiente. (2013). Ley 1672 de 2013. *Gestión integral de los RAEE*. Colombia.

- Mulvaney, D. (Nov de 2014). Solar Energy isn't always as green as you think. (IEEE, Ed.) *IEEE Spectrum*. Recuperado el 9 de Junio de 2017
- National Renewable Energy Laboratory (NREL). (2012). Renewable Electricity Futures Study. Recuperado el 10 de Junio de 2017
- PMI. (2009). *Practice Standard for project Risk management*. Newton Square, PA: Global Standard.
- PMI. (s.f.). *A project manager's Book of forms*. Obtenido de [www.pmi.org](http://www.pmi.org): <https://www.pmi.org/learning/tools-templates/project-managers-book-of-forms>
- Sohail, S. (30 de Nov de 2014). *E-waste disposal: what India can learn from Norway*. Recuperado el 9 de Junio de 2017, de <http://www.downtoearth.org.in/blog/e-waste-disposal-what-india-can-learn-from-norway-48398>
- UNESID (union de empresas siderurgicas). (2013). *IRIS, Informes sobre el reciclaje del Acero en la industria siderurgica Española*. Madrid. Recuperado el 9 de Junio de 2017
- Unidad de planeación Minero Energética (UPME). (s.f.). *UPME*. Recuperado el 8 de Junio de 2017, de [www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)
- Union of Concerned Scientists. (2013). *Environmental impacts of solar power*. Recuperado el 7 de Junio de 2017, de Union of Concerned Scientists: [www.usc.org](http://www.usc.org)
- UPME. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. . Obtenido de [www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)
- Web Finance Inc. (2017). *Business Dictionary*. Obtenido de Dictionary: <http://www.businessdictionary.com/definition/probability.html>
- Gido & Clements (1999). *Administración exitosa de proyectos*. South Western College Publishing, un ITP Compan
- SENA (2015). *Cartilla normas APA sexta edición*. SENA
- PMI Institute (2013). *PMBOK Project Management Book of knowledge 5ª Edición*. Estados Unidos de América: Project Management Institute, Inc.

Colegio La Fragua. Recuperado de <http://www.lafragua.edu.co/historia-7> el 1 de septiembre de 2017.

Pablo Lledó (2013). *Administración de proyectos: El ABC para un director de proyectos exitoso*. Canadá: Victoria, BC.

---